

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年1月8日 (08.01.2004)

PCT

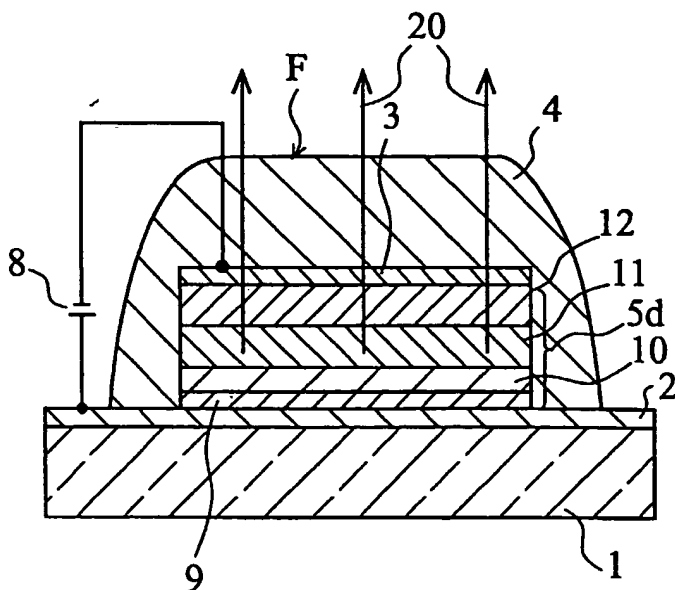
(10) 国際公開番号  
WO 2004/003104 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C09K 11/06, H05B 33/14 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008043 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石橋 義  
(22) 国際出願日: 2003年6月25日 (25.06.2003) (ISHIBASHI, Tadashi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品  
(25) 国際出願の言語: 日本語 川区 北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP). 市村 真理 (ICHIMURA, Mari) [JP/JP]; 〒141-0001  
東京都 品川区 北品川6丁目7番35号 ソニー株式  
(30) 優先権データ: 社内 Tokyo (JP). 田村 眞一郎 (TAMURA, Shinichiro)  
特願2002-185675 2002年6月26日 (26.06.2002) JP [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川6丁目7  
特願2003-165852 2003年6月11日 (11.06.2003) JP 番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 植田 尚之  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株 (UEDA, Naoyuki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区  
式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).  
東京都 品川区 北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-  
0001 東京都 港区 虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビ  
ル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND LUMINESCENT DEVICE OR DISPLAY INCLUDING THE SAME

(54) 発明の名称: 有機電界発光素子、及びそれを用いた発光装置又は表示装置



(57) Abstract: An organic electroluminescent element that exhibits high luminance and high reliability, ensures good thermal stability, enables arbitrarily obtaining luminescent colors of relatively large wavelength, such as red color, and realizes high color purity; and a luminescent device or display including the same. In particular, an organic electroluminescent element comprising glass plate (1) and, superimposed thereon in the following order, positive electrode (2), hole transport layer (10), luminescent layer (11), electron transport layer (12) and negative electrode (3) wherein the luminescent layer (11) is comprised of a mixture of at least one styryl compound of the following general formula [I] and a material capable of charge transport; and a luminescent device or display wherein the organic electroluminescent element is used in at least part of picture elements. General formula [I]:  $Y-CH=CH-X$  [wherein X represents an aryl group, e.g., a phenyl group having a substituent such as cyano or

methyl, and Y represents a group whose skeleton consists of an aminophenyl group, etc.].

(57) 要約: 高輝度、高信頼性であって熱安定性も良好であり、赤色等の比較的長波長の発光色が任意に得られ、色純度が良好な有機電界発光素子と、これを用いた発光又は表示装置である。ガラス基板(1)上に、陽極(2)、正孔輸送層(10)、発光層(11)、電子輸送層(12)及び陰極(3)がこの順に積層され、発光層(11)が、下記一般式[I]で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料との混合層からなっている有機電界発光素子、及びこの素子を画素の少なくとも一部に用いた発光又は表示装置。一般式[I]:  $Y-CH=CH-X$  [但し、前記一般式[I]において、Xはシアノ基、メチル基等の置換基を有するフェニル基等のアリール基、Yはアミノフェニル基等を骨格に有する基である。]



(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

有機電界発光素子、及びそれを用いた発光装置又は表示装置

## 5 技術分野

本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子（有機EL素子）、及びこれを用いたディスプレイデバイス等の発光又は表示装置に関するものである。

## 10 背景技術

軽量で高効率のフラットパネルディスプレイが、例えばコンピュータやテレビジョンの画面表示用として盛んに研究、開発されている。

まず、ブラウン管（CRT）は、輝度が高く、色再現性が良いため、現在ディスプレイとして最も多く使われているが、嵩高く、重く、また消費電力も高いという問題がある。

また、軽量で高効率のフラットパネルディスプレイとして、アクティブマトリックス駆動等の液晶ディスプレイが商品化されているが、液晶ディスプレイは視野角が狭く、また自発光でないために、周囲が暗い環境下ではバックライトの消費電力が大きいことや、今後実用化が期待されている高精細度の高速ビデオ信号に対して十分な応答性能を有しない等の問題点がある。特に、大画面サイズのディスプレイを製造することは困難であり、そのコストが高いこと等の課題もある。

これに対する代替として、発光ダイオードを用いたディスプレイの可能性はあるが、やはり製造コストが高く、また、1つの基板上に発光ダイオードのマトリックス構造を形成することが難しい等の問題があり、ブラウン管に取って代わる低価格のディスプレイ候補としては、実用化

までの課題が大きい。

これらの諸課題を解決する可能性のあるフラットパネルディスプレイとして、最近、有機発光材料を用いた有機電界発光素子（有機EL素子）が注目されている。即ち、発光材料として有機化合物を用いること  
5 により、自発光で、応答速度が高速であり、視野角依存性の無いフラットパネルディスプレイの実現が期待されている。

有機電界発光素子の構成は、透光性の正極と金属陰極との間に、電流の注入によって発光する発光材料を含む有機薄膜を形成したものである。

C. W. Tang、S. A. VanSlyke等は Applied Physics Letters第51巻1  
10 2号913～915頁（1987年）掲載の研究報告において、有機薄膜を正孔輸送性材料からなる薄膜と電子輸送性材料からなる薄膜との2層構造として、各々の電極から有機薄膜中に注入された正孔（ホール）と電子が再結合することにより発光する素子構造を開発した（シングルヘテロ構造の有機EL素子）。

15 この素子構造では、正孔輸送材料または電子輸送材料のいずれかが発光材料を兼ねており、発光は発光材料の基底状態と励起状態のエネルギーギャップに対応した波長帯で起きる。このような2層構造とすることにより、大幅な駆動電圧の低減、発光効率の改善が行われた。

その後、C. Adachi、S. Tokita、T. Tsutsui、S. Saito等の  
20 Japanese Journal of Applied Physics第27巻2号L269～L271頁（1988年）掲載の研究報告に記載されているように、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料の3層構造（ダブルヘテロ構造の有機EL素子）が開発され、更に、C. W. Tang、S. A. VanSlyke、C. H. Chen等の Journal of Applied Physics 第65巻9号3610～3616頁  
25 （1989年）掲載の研究報告に記載されているように、電子輸送材料中に発光材料を含ませた素子構造などが開発された。これらの研究によ

り、低電圧で、高輝度の発光の可能性が検証され、近年、研究開発が非常に活発に行われている。

発光材料に用いる有機化合物は、その多様性から、理論的には分子構造を変化させることによって発光色を任意に変えることができるという  
5 利点があると言える。従って、分子設計を施すことにより、フルカラーディスプレイに必要な色純度の良いR（赤）、G（緑）、B（青）の3色を揃えることは、無機物を用いた薄膜EL素子と比べて容易であると言える。

現在、後記の非特許文献1で報告されているように、電子輸送材料として、トリス（8-キノリール）アルミニウム（以下、Alq<sub>3</sub>と略記  
10 する。）に4-ジシアノメチレン-6-（p-ジメチルアミノスチリル）-2-メチル-4H-ピラン（以下、DCMと略記する。）をドーブした赤色発光の例等がある。

また、後記の非特許文献2で報告されているBSB-BCNは、10  
15 00 cd/m<sup>2</sup>以上の高い輝度を実現している。

また、後記の特許文献1においては、特定のスチリル化合物を有機電界発光材料とすることを提案している。

非特許文献1：Chem. Funct. Dyes, Proc. Int. Symp., 2nd P. 536 (1993)

非特許文献2：T. Tsutsui, D. U. Kim, Inorganic and Organic  
20 electroluminescence 会議 (1996, Berlin)

特許文献1：特開平7-188649号（特許請求の範囲、第5頁右欄8行目～第22頁右欄5行目、第1図～第3図）

しかしながら、実際には有機電界発光素子においても、解決しなければならぬ問題がある。安定した高輝度の赤色発光素子の開発は難しく、  
25 上記非特許文献1に示されている電子輸送材料のようにAlq<sub>3</sub>にDCMをドーブした赤色発光の例等は、輝度、信頼性ともにディスプレイ材

料としては満足のいくものではない。

また、上記非特許文献 2 に示されている BSB-BCN は、 $1000\text{ cd/m}^2$  以上の高い輝度を実現しているが、フルカラーに対応する赤色としての色度が完全なものとは言えない。

- 5      さらに高輝度で安定かつ色純度の高い赤色発光素子の実現が、望まれているのが現状である。

また、上記特許文献 1 においては、特定のスチリル化合物を有機電界発光材料とすることを提案しているが、目的の発光色が青色であり、赤色等の他の色波長を得ることを目的としたものではない。

- 10      本発明の目的は、高い蛍光収率を有し、熱安定性にも優れた化合物を用いて、赤色等の比較的長波長の発光色を任意に選択でき、色純度が良く、高輝度かつ安定な発光を生じる有機電界発光素子、及びこれを用いた発光又は表示装置を提供することにある。

## 15      発明の開示

- 本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、特に、特定のスチリル化合物と、これに効率良くエネルギーを伝達することが可能な材料とから発光領域を構成した有機電界発光素子を作製すれば、高輝度、高信頼性であって熱安定性も良好であり、赤色等の比較的長波長  
20      の色純度が良好な発光素子を提供できることを見出し、本発明に到達したものである。

## 図面の簡単な説明

- 第 1 図は、本発明に基づく有機電界発光素子の要部概略断面図である。  
25      第 2 図は、同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。  
第 3 図は、同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

第4図は、同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

第5図は、同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

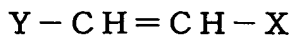
第6図は、同、有機電界発光素子の更に他の例の要部概略断面図である。

- 5 第7図は、同、有機電界発光素子を用いたフルカラーの平面ディスプレイの構成図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

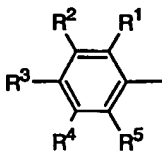
本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられ、  
 10 電流の注入によって発光する有機物質を構成要素として含む有機電界発光素子において、前記有機層の構成層のうちの少なくとも1層が、下記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種（1種であつてよいが、2種又はそれ以上であってもよい。）と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなることを特徴とする有機電界発光素子（以下、  
 15 本発明の第1の有機EL素子と称することがある。）に係るものである。

一般式〔I〕：

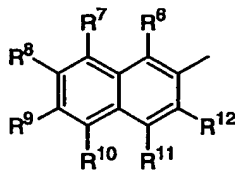


〔但し、前記一般式〔I〕において、Xは下記一般式（1）～（13）のいずれかで表される基であり

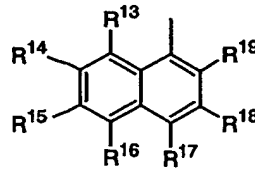
20



(1)

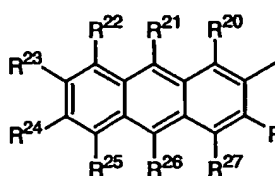


(2)

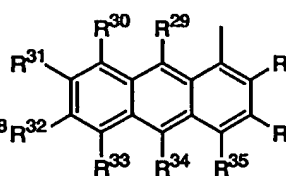


(3)

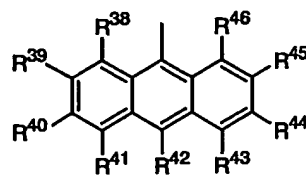
6



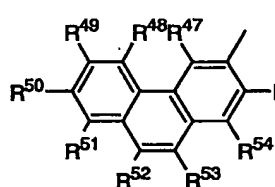
(4)



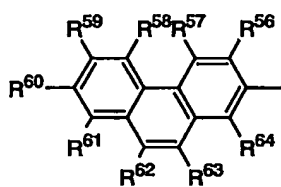
(5)



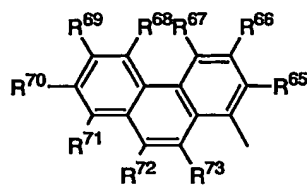
(6)



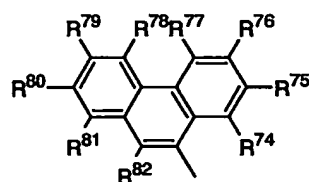
(7)



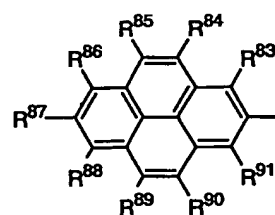
(8)



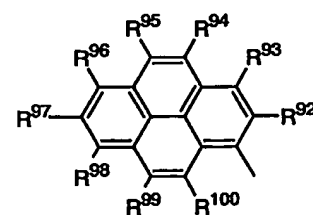
(9)



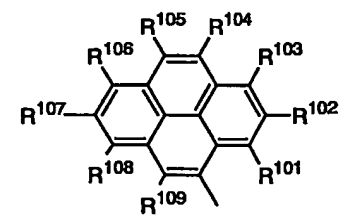
(10)



(11)



(12)

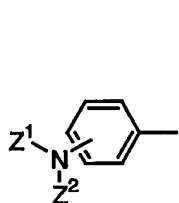


(13)

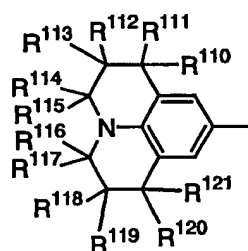
(但し、前記一般式(1)において、 $R^1 \sim R^5$ は少なくとも一つがハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有して  
5 てもよいアルキル基、及び置換基を有してもよいアルコキシル基から選



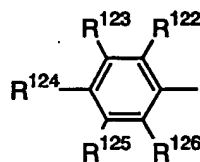
ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。また、前記一般式(2)～(13)において、 $R^6 \sim R^{109}$ は、水素原子、フッ素原子、塩素原子等(以下、同様)のハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有してもよいアルキル基及び、置換基を有してもよいアリール基、及び置換基を有してもよいアルコキシル基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。)、また、前記一般式[I]において、Yは下記一般式(14)～(16)のいずれかで表される基である。



(14)



(15)



(16)

- 10 (但し、前記一般式(14)において、 $Z^1$ および $Z^2$ は、水素原子、置換基を有してもよいアルキル基、及び置換基を有してもよいアリール基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。また、前記一般式(15)及び(16)において、 $R^{110} \sim R^{126}$ は、水素原子、置換基を有してもよいアルキル基、置換基を有してもよいアリール基、
- 15 置換基を有してもよいアルコキシル基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基及びトリフルオロメチル基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。)]

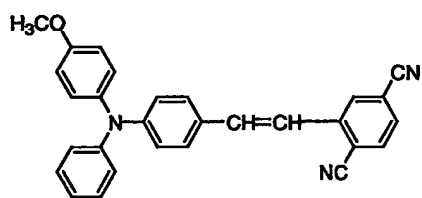
ここで、前記一般式[I]において、 $R^1 \sim R^5$ はハロゲン原子、ニトロ基等の置換基であることが不可欠であるが、これは $R^1 \sim R^5$ が水素原子

20 子のときは赤色発光が得られない上に結晶性を低下させることができない

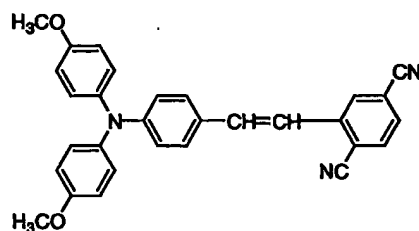
いからである。

本発明の有機電界発光素子において、前記一般式〔I〕で示されるスチリル化合物としては、下記構造式(17)－1～(17)－86で表される分子構造のスチリル化合物の少なくとも1種が使用可能である。

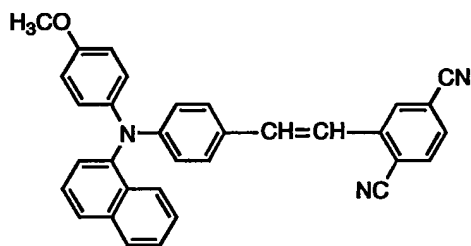
5



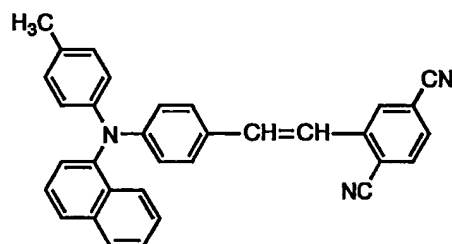
(17)-1



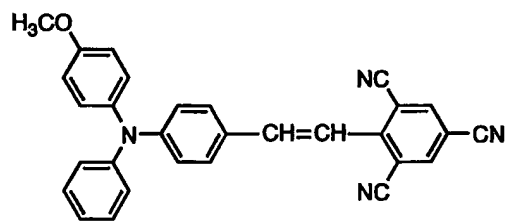
(17)-2



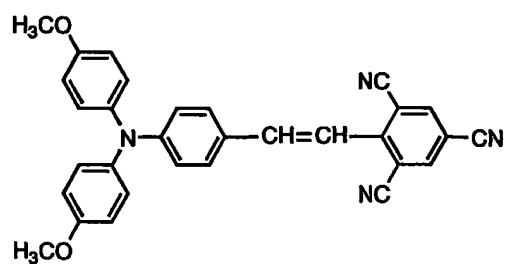
(17)-3



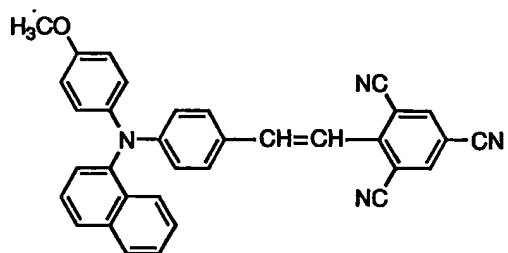
(17)-4



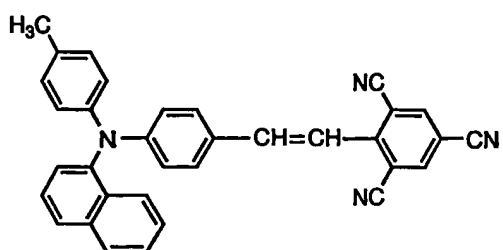
(17)-5



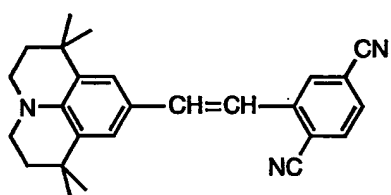
(17)-6



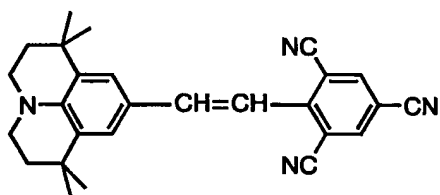
(17)-7



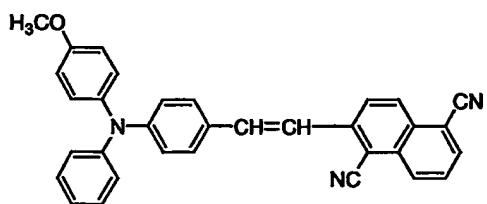
(17)-8



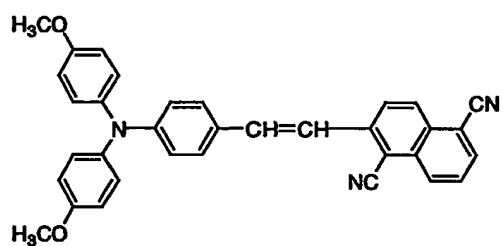
(17)-9



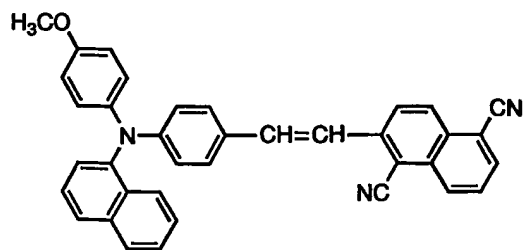
(17)-10



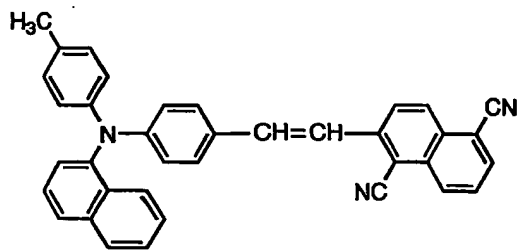
(17)-11



(17)-12

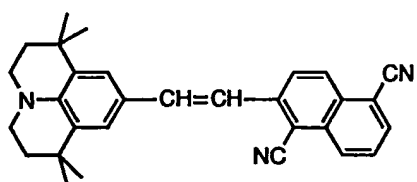


(17)-13

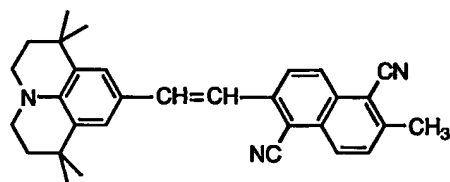


(17)-14

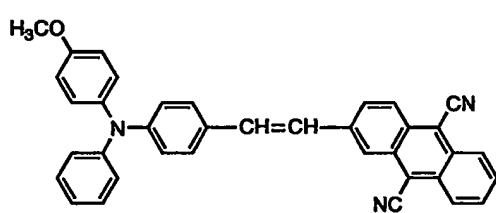
10



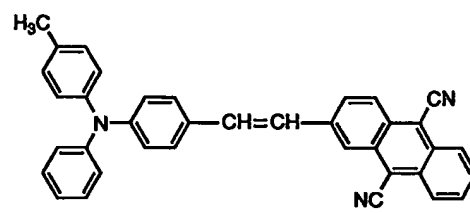
(17)-15



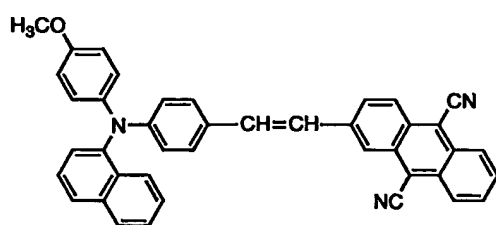
(17)-16



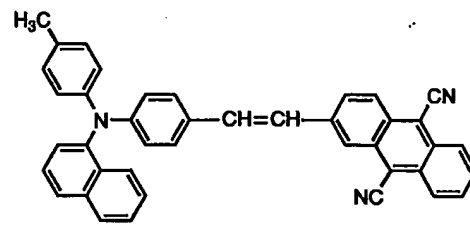
(17)-17



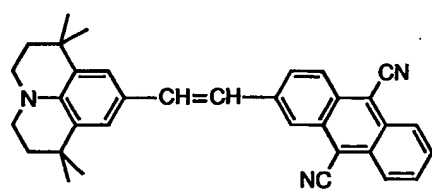
(17)-18



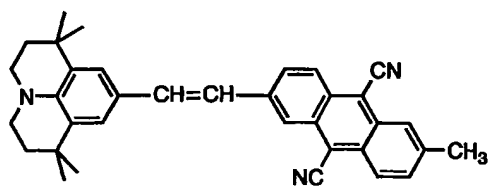
(17)-19



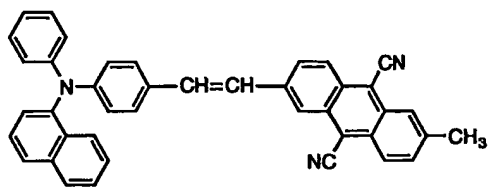
(17)-20



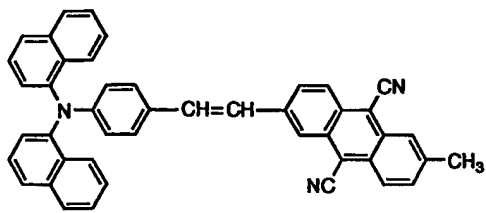
(17)-21



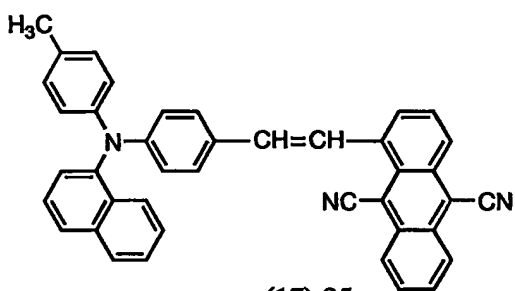
(17)-22



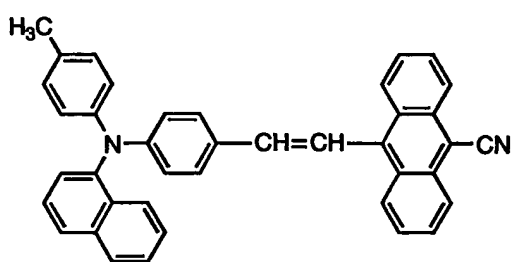
(17)-23



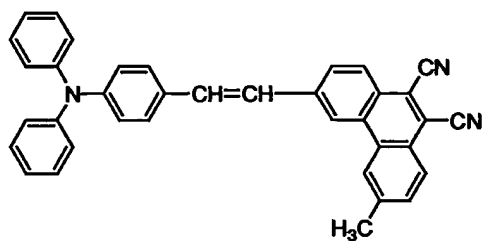
(17)-24



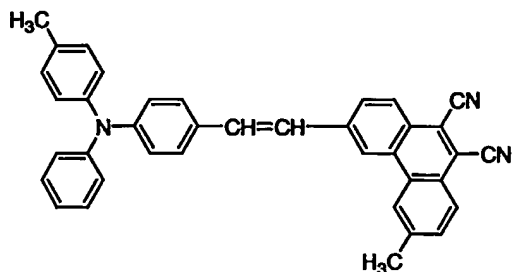
(17)-25



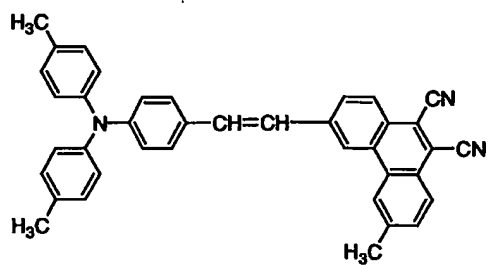
(17)-26



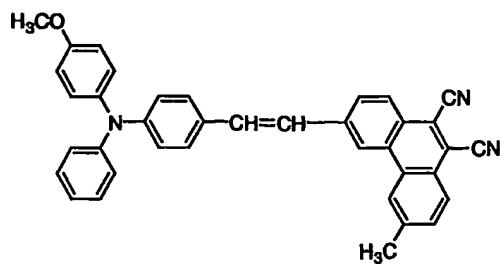
(17)-27



(17)-28

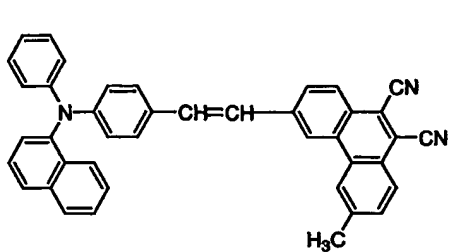


(17)-29

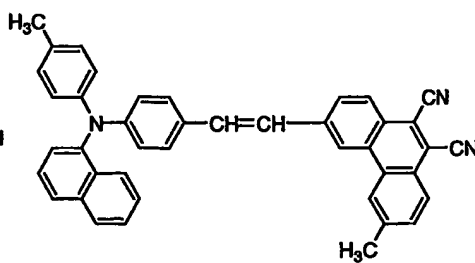


(17)-30

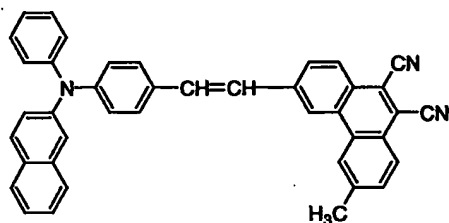
12



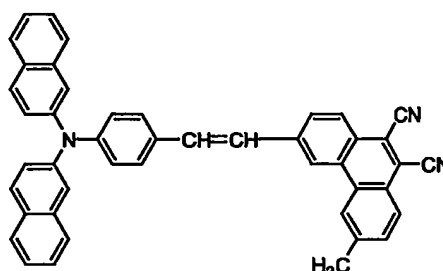
(17)-31



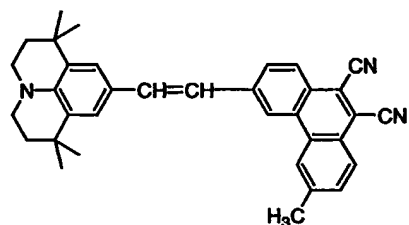
(17)-32



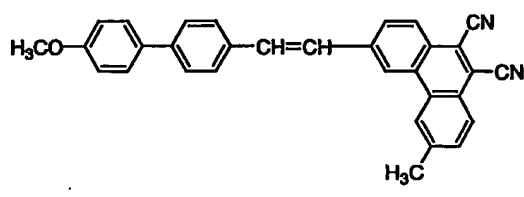
(17)-33



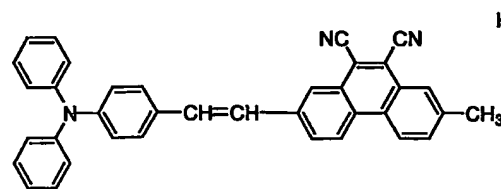
(17)-34



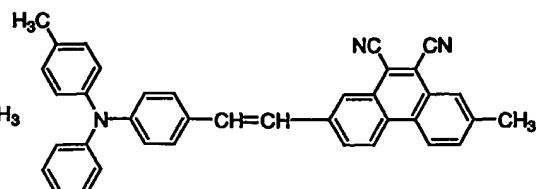
(17)-35



(17)-36

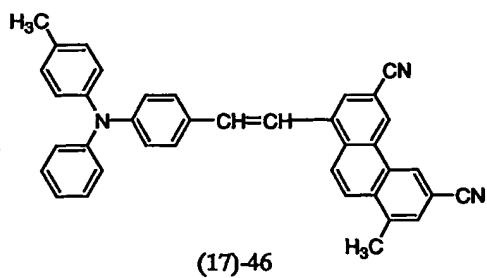
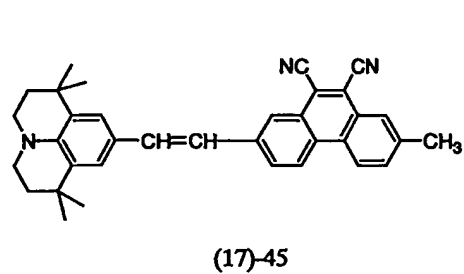
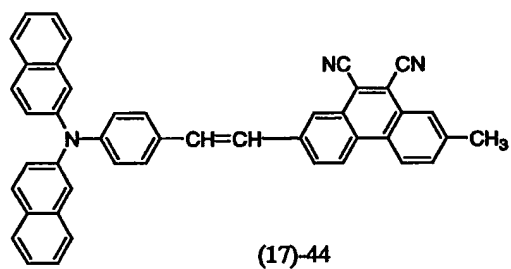
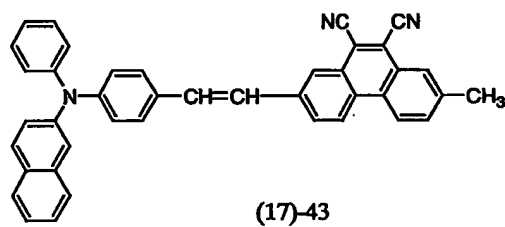
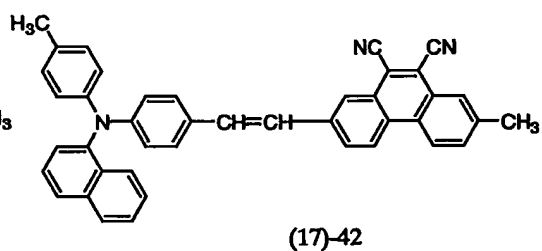
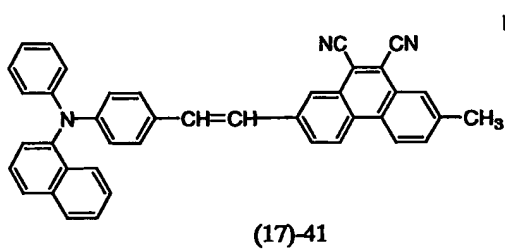
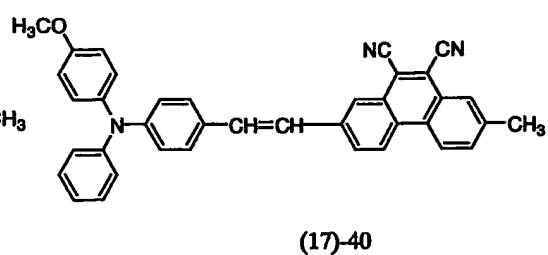
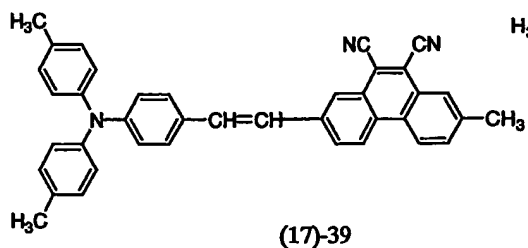


(17)-37

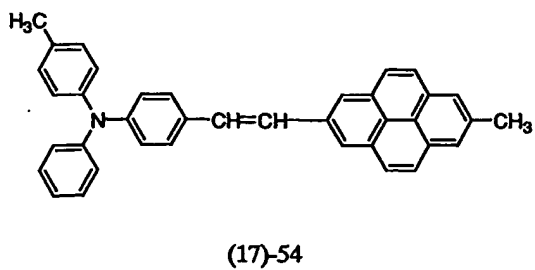
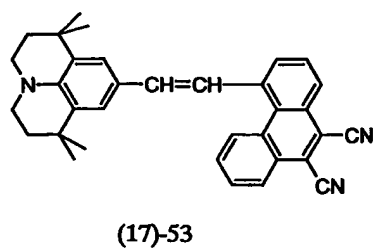
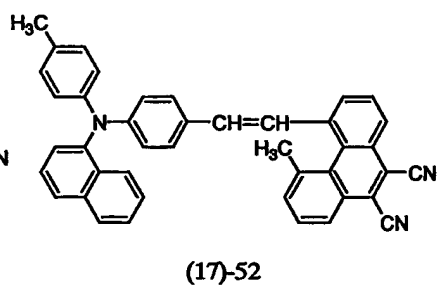
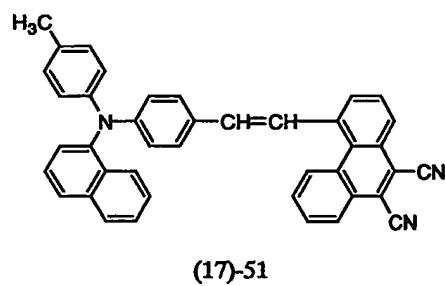
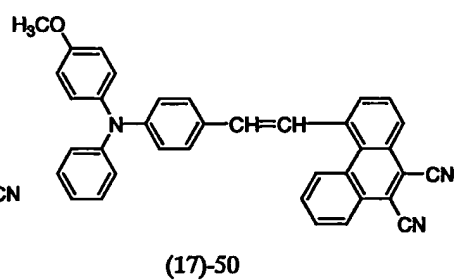
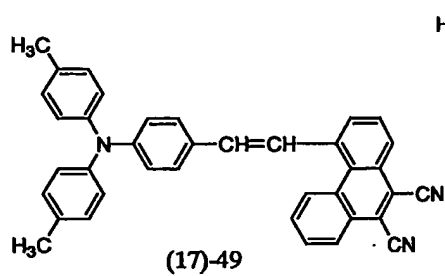
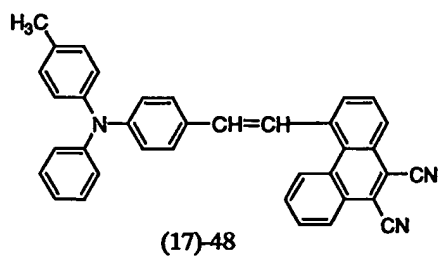
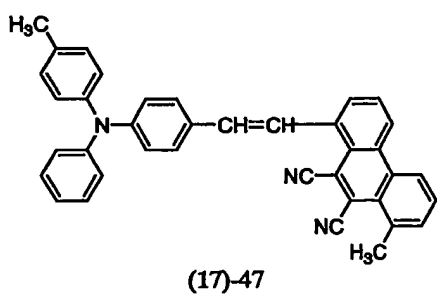


(17)-38

13

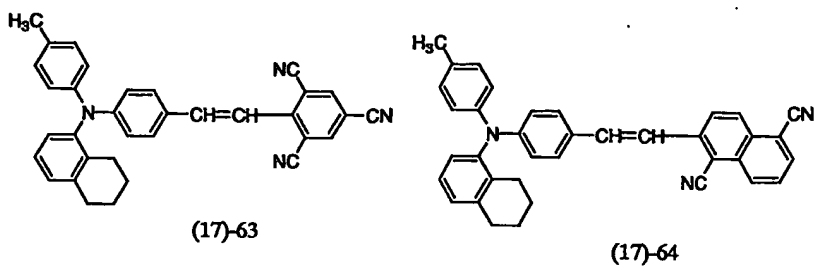
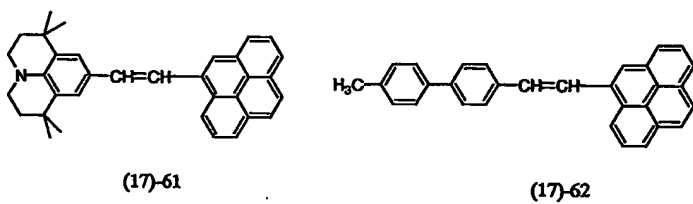
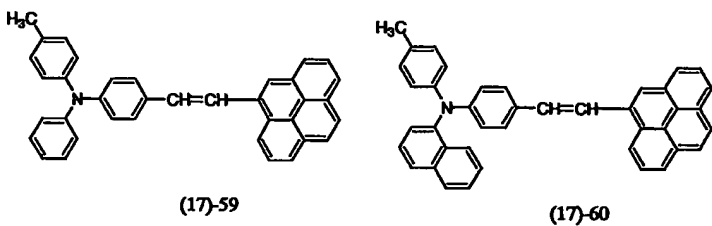
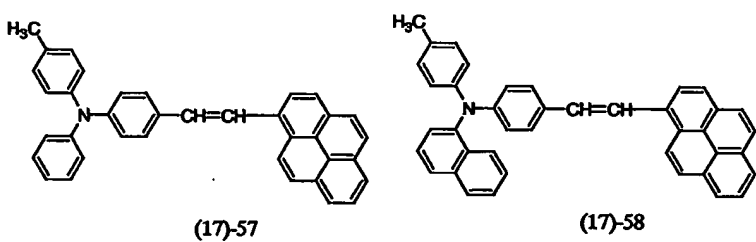
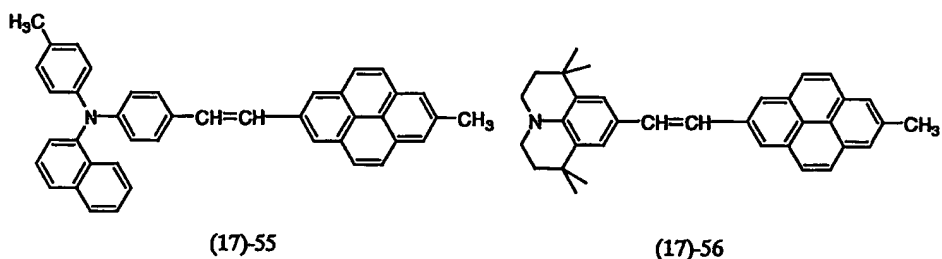


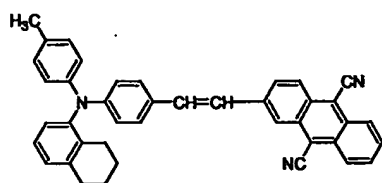
14



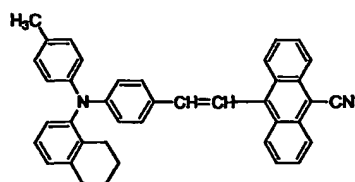


15

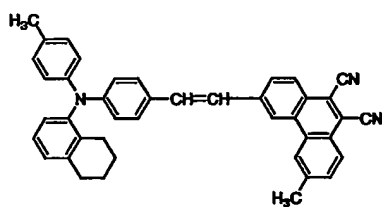




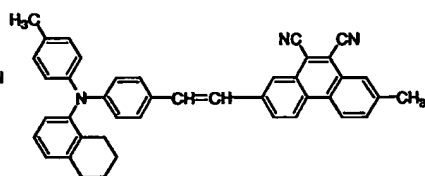
(17)-65



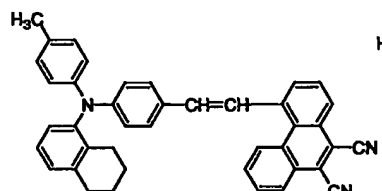
(17)-66



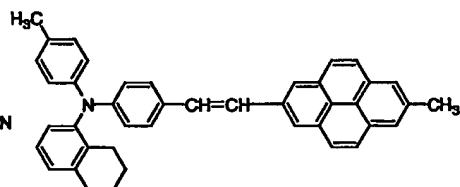
(17)-67



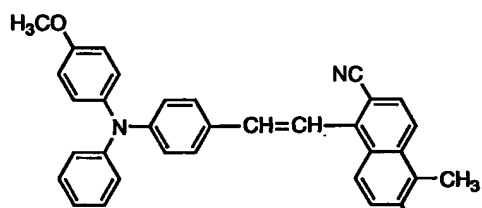
(17)-68



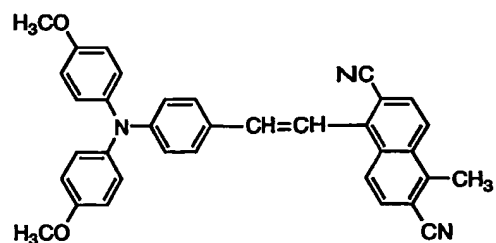
(17)-69



(17)-70

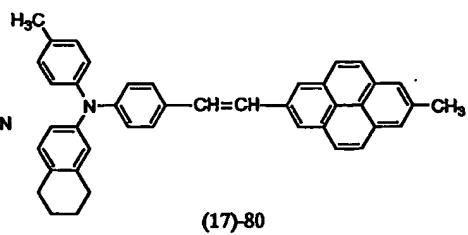
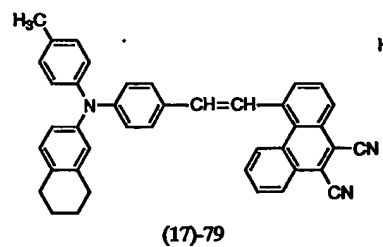
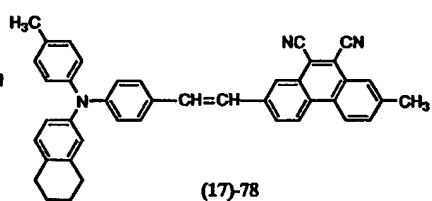
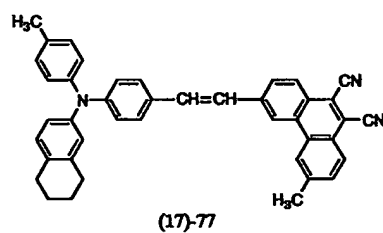
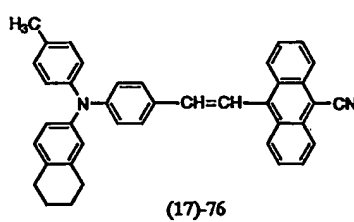
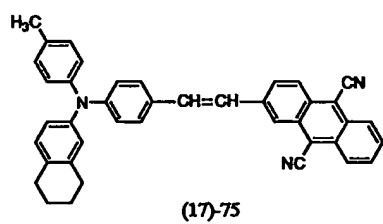
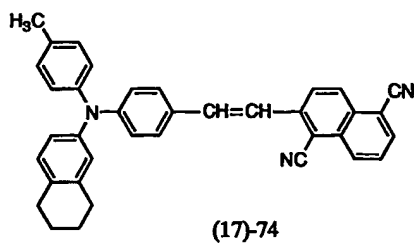
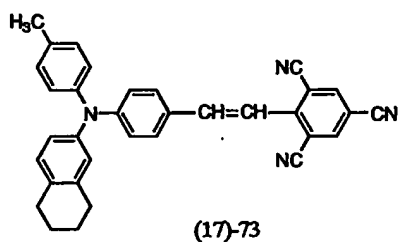


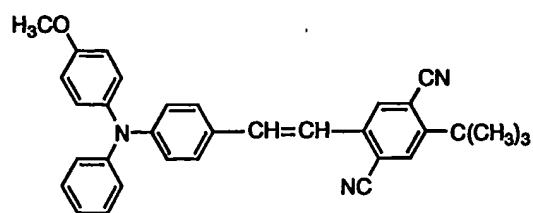
(17)-71



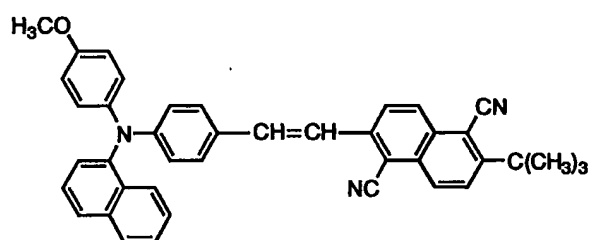
(17)-72

17

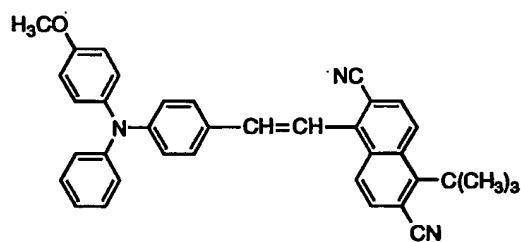




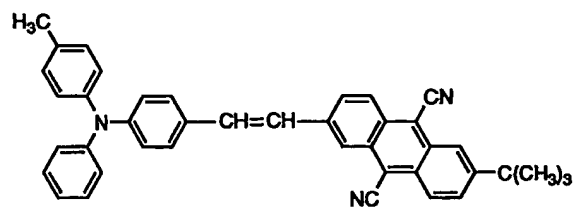
(17)-81



(17)-82

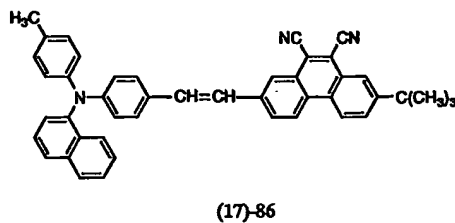
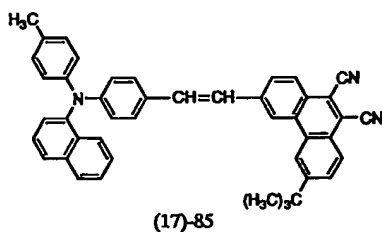


(17)-83



(17)-84

19



これらのスチリル化合物のうち、例えば構造式(17)-13におけるシアノ基の導入位置は、他の導入位置と比べて比較的短めの発光波長が得られるが、後者の場合は、分子骨格が安定化して発光波長をより長くすることができる。

- 5 また、本発明の化合物を含む混合層を形成するに使用可能な材料としては、本発明の化合物の他に、正孔輸送性材料（例えば、芳香族アミン類等）、電子輸送性材料（例えば、Alq<sub>3</sub>、ピラゾリン類、オキサジアゾール類、トリアゾール類、フェニレン類等）、または一般に赤色発光用ドーパントとして用いられる一連の化合物（DCMおよびその類似
- 10 化合物、ポルフィリン類、フタロシアニン類、ペリレン化合物、ナイルレッド、スクアリリウム化合物等）が挙げられる（以下、同様）。

本発明の有機電界発光素子において、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記電子輸送層が、前記一般式[I]又は前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物

15 の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

また、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記正孔輸送層が、前記一般式[I]又は前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

20

また、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積

層構造をなしており、前記正孔輸送層が、前記一般式〔I〕又は前記構造式(17)－1～(17)－86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなり、かつ前記電子輸送層が、前記一般式〔I〕又は前記構造式(17)－1～(17)－86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっていてよい。

また、前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記発光層が、前記一般式〔I〕又は前記構造式(17)－1～(17)－86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっていてよい。

また、前記混合層において、前記一般式〔I〕又は前記構造式(17)－1～(17)－86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種が5～90重量%の濃度範囲で、電荷輸送能を持つ前記材料に混合されているのがよい。

また、前記混合層が、前記一般指揮〔I〕又は前記構造式(17)－1～(17)－86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、600nm～700nmの範囲に発光極大を有する赤色又は橙色発光色素とを含むのがよい。

なお、上記した「混合層」とは、典型的には、上記スチリル化合物とその他の化合物との混合層を意味するが、これ以外にも、上記スチリル化合物に包含される2種又はそれ以上のスチリル化合物の混合層も意味する場合がある。このような混合層とすることによって、複数の化合物の組み合わせで所望の輝度や色度の赤色発光等を生ぜしめることができる。

本発明の有機電界発光素子は、例えば画素の少なくとも一部に用いたディスプレイデバイスとして構成された発光又は表示装置に好適なもの

である（以下、同様）。

第1図～第6図には、本発明に基づく有機電界発光素子（有機EL素子）の例をそれぞれ示す。

第1図は、陰極3を発光光20が透過する上面発光型の有機電界発光素子Aであって、発光光20は封止層4の側からも観測できる。第2図は、陰極3での反射光も発光光20として得る下面発光型の有機電界発光素子Bを示す。

図中、1は有機電界発光素子を形成するための基板である。ガラス、プラスチック及び他の適宜の材料を用いることができる。また、有機電界発光素子を他の表示素子と組み合わせて用いる場合には、基板を共用することもできる。陽極2は透明、半透明又は不透明の電極であり、ITO (Indium tin oxide)、 $\text{SnO}_2$ 、Au、Ag、Al、Cr等が使用できる。

また、5は有機層であり、上記したスチリル化合物を発光材料として含有している（但し、上記スチリル化合物は、少なくとも1種がその他の化合物と混合して、或いは複数種のスチリル化合物を併用して含有：以下、同様）。この発光層について、有機電界発光光20を得る層構成としては、従来公知の種々の構成を用いることができる。

後記するように、例えば、正孔（ホール）輸送層と電子輸送層のいずれかを構成する材料が発光性を有する場合、これらの薄膜を積層した構造が使用できる。更に、本発明の目的を満たす範囲で電荷輸送性能を上げるために、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が、複数種の材料の薄膜を積層した構造、又は、複数種の材料を混合した組成からなる薄膜を使用するのを妨げない。

また、発光性能を上げるために、少なくとも1種以上の蛍光性の材料を用いて、この薄膜を正孔輸送層と電子輸送層の間に挟持した構造、更

に少なくとも1種以上の蛍光性の材料を正孔輸送層若しくは電子輸送層、又はこれらの両方に含ませた構造を使用してもよい。これらの場合には、発光効率を改善するために、正孔（ホール）又は電子の輸送を制御するための薄膜をその層構成に含ませることも可能である。

5 上記の一般式〔I〕で表したスチリル化合物は、電子輸送性能と正孔輸送性能の両方を持つため、素子構造中、電子輸送性材料との混合発光層としても、或いは正孔輸送性材料との混合発光層としても用いることが可能である。また、該化合物を含む混合層を電子輸送層と正孔輸送層に挟み込んだ構成で発光材料として用いることも可能である。

10 上記の一般式〔I〕で示されるスチリル化合物のうち異なる2種類以上の化合物を含む混合層を発光層として用いてもよい。適切な2種類以上の化合物の組み合わせを選ぶことにより、素子の電気的な特性を大きく変えることなく、発光色を任意に選ぶことが可能となる。

また、上記の一般式〔I〕で表したスチリル化合物のアリール部である一般式（2）～（13）において、 $R^6 \sim R^{109}$ のいずれかに、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有してもよいアルキル基、置換基を有してもよいアルコキシル基などの置換基を導入することにより、発光層を形成する薄膜の結晶化を抑制し、アモルファス性を向上させることができ、結果として発光素子の信頼性（特に半減寿命）を向上させることができる。

20 25 なお、第1図及び第2図中、3は陰極であり、電極材料としては、Ag、Au、Al、Cr、In等の金属、又はこの金属とLi、Mg、Ca等の活性な金属との合金、或いはこれらが積層した構造が使用できる（以下、同様）。この陰極は更に、アルカリ金属又はアルカリ土類金属の酸化物、リチウム化合物（LiF、Li<sub>2</sub>O等）等を複合又は積層した構造であってよい（以下、同様）。上面発光型の有機電界発光素子に



においては、陰極の厚さを調節することにより、用途に合った光透過率を得ることができる。また、図中、4は封止層であり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることで、その効果が上がる。気密性が保たれば、適宜の材料を使用することができる。

- 5     本発明に基づく有機電界発光素子においては、有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造（シングルヘテロ構造）を有しており、正孔輸送層又は電子輸送層の形成材料として前記スチリル化合物を含む混合物層が用いられてよい。或いは、有機層が正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造（ダブルヘテロ構造）を有しており、発光層の形成材料として前記スチリル化合物を含む混合物層が用いられてよい。

- 10     これらの混合物層における前記スチリル化合物の混合比率は5～90重量%が望ましく、2種以上の該材料を混合することにより、電子と正孔が再結合を起こして発光する領域が界面に留まらず、発光層内に広げることができる。このように発光領域を発光層内に広げることにより、素子の信頼性を向上させることができる。

- 20     このような有機積層構造を有する有機電界発光素子の例を示すと、第3図は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層6と電子輸送層7とからなる有機層5aと、陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が封止層4によって封止されてなる、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子Cである。

第3図に示すように発光層を省略した層構成の場合には、正孔輸送層6と電子輸送層7の界面から所定波長の発光光20を発生する。これらの発光は基板1側から観測される。

- 25     また、第4図は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層10と発光層11と電子輸送層12とからなる有機層5bと、陰極3

とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が封止層 4 によって封止されてなる、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子 D である。

第 4 図に示した有機電界発光素子においては、陽極 2 と陰極 3 の間に  
5 直流電圧を印加することにより、陽極 2 から注入された正孔が正孔輸送層 10 を経て、また陰極 3 から注入された電子が電子輸送層 12 を経て、それぞれ発光層 11 に到達する。この結果、発光層 11 においては電子／正孔の再結合が生じて励起子が生成し、この励起子から所定波長の発光を発生する。

- 10 上述した各有機電界発光素子 C、D において、電荷輸送能を有する正孔輸送性材料として使用可能な材料としては、ベンジジン又はその誘導体、スチリルアミン又はその誘導体、トリフェニルメタン又はその誘導体をはじめ、ポルフィリン又はその誘導体、トリアゾール又はその誘導体、イミダゾール又はその誘導体、オキサジアゾール又はその誘導体、  
15 ポリアリールアルカン又はその誘導体、フェニレンジアミン又はその誘導体、アリールアミン又はその誘導体、オキサゾール又はその誘導体、アントラセン又はその誘導体、フルオレノン又はその誘導体、ヒドラゾン又はその誘導体、スチルベン又はその誘導体、またはポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物、アニリン系  
20 化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマー、ポリマー等が挙げられる（以下、同様）。

- 具体的には、 $\alpha$ -ナフチルフェニルジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、4, 4', 4''-トリメチルトリフェニルアミン、4, 4', 4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン、N, N, N', N'-テトラキス（p-トリル）p-フェニレンジアミン、N, N, N',
- 25

N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ（パラフェニレンビニレン）、ポリ（チオフェンビニレン）、ポリ（2, 2'-チエニルピロール）等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

- 5     また、電荷輸送能を有する電子輸送性材料として使用可能な材料としては、キノリン又はその誘導体、ペリレン又はその誘導体、ビススチリル又はその誘導体、ピラジン又はその誘導体等が挙げられる（以下、同様）。

- 10     具体的には、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム（Alq<sub>3</sub>）、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ペリレン、プタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、又はこれらの誘導体等が挙げられる。

- 15     基板1は、例えば、ガラス、プラスチック等の光透過性の材料を適宜用いることができる。また、他の表示素子と組み合わせて用いる場合や、第3図及び第4図に示した積層構造をマトリックス状に配置する場合等は、この基板を共用してもよい。

- 20     また、陽極2は、透明電極であり、ITOやSnO<sub>2</sub>等が使用できる。この陽極2と正孔輸送層6（又は正孔輸送層10）の間には、電荷注入効率を改善する目的で、無機物、有機物もしくは有機金属化合物、例えば2-TNATA（4, 4', 4"-トリス（2-ナフチルフェニルアミノ）トリフェニルアミン）や、米国特許第4720432号に記載のポルフィリン化合物等（以下、同様）からなる薄膜を設けてもよい。なお、封止層4が金属等の導電性材料で形成されている場合は、陽極2の側面に絶縁膜が設けられていてもよい。

- 25     また、有機電界発光素子Cにおける有機層5aは、正孔輸送層6と電子輸送層7とが積層された有機層であり、これらのいずれか又は双方に

上記したスチリル化合物を含む混合層として、発光性の正孔輸送層 6 又は電子輸送層 7 を形成してよい。有機電界発光素子 D における有機層 5 b は、正孔輸送層 1 0 と上記したスチリル化合物を含む混合物からなる発光層 1 1 と電子輸送層 1 2 とが積層された有機層であるが、その他、  
5 種々の積層構造を採ることができる。例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が発光してもよい。

また、正孔輸送層において、正孔輸送性能を向上させるため、複数種の正孔輸送材料を積層した正孔輸送層を形成してもよい。

また、有機電界発光素子 C において、発光層は電子輸送性発光層 7 で  
10 あってよいが、電源 8 から印加される電圧によっては、正孔輸送層 6 やその界面で発光される場合がある。同様に、有機電界発光素子 D において、発光層は層 1 1 以外に、電子輸送層 1 2 であってもよく、正孔輸送層 1 0 であってもよい。発光性能を向上させるため、少なくとも 1 種の蛍光性材料を用いた発光層 1 1 を正孔輸送層と電子輸送層との間に挟持  
15 させた構造であるのがよい。或いは、この蛍光性材料を正孔輸送層又は電子輸送層、或いはこれら両層に含有させた構造を構成してよい。このような場合、発光効率を改善するために、正孔又は電子の輸送を制御するための薄膜（ホールブロッキング層やエキシトン生成層など）をその層構成に含ませることも可能である。

20 また、陰極 3 に用いる材料としては、L i、M g、C a 等の活性な金属と A g、A l、I n 等の金属との合金を使用でき、これらの金属層が積層した構造であってもよい。なお、陰極の厚みや材質を適宜選択することによって、用途に見合った有機電界発光素子を作製できる。

また、封止層 4 は、封止膜として作用するものであり、有機電界発光  
25 素子全体を覆う構造とすることにより、電荷注入効率や発光効率を向上できる。なお、その気密性が保たれれば、アルミニウム、金、クロム等

の単金属又は合金や、酸化シリコン、窒化シリコン等のシリコン化合物、有機物など、適宜その材料を選択できる。

第5図は、基板1上に、陽極2と、正孔輸送層6と電子輸送層7とからなる有機層5cと、透明又は半透明の陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が封止層4によって封止されてなる、シングルヘテロ構造の上面発光型の有機電界発光素子Eである。この場合、正孔輸送層6と電子輸送層7との界面から、所定波長の発光光20を発生し、この発光は陰極3又は封止層4側から観測される。

第6図は、基板1上に、陽極2と、正孔注入層9と正孔輸送層10と発光層11と電子輸送層12とからなる有機層5dと、透明又は半透明の陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が封止層4によって封止されてなる、上面発光型の有機電界発光素子Fである。この有機電界発光素子においても、第4図に示した有機電界発光素子と同様に、発光層11において、電子／正孔の再結合が生じて励起子が生成し、この励起子から所定波長の発光が発生する。

上述した各有機電界発光素子E、Fにおいて、基板1は、例えば、Ag、Au、Al、Cr、In等、又はその合金等のような光反射性の材料を適宜用いることができる、また、他の表示素子と組み合わせて用いる場合や、第5図及び第6図に示した積層構造をマトリックス状に配置する場合等は、この基板を共用してもよい。

また、この基板1上の陽極2は、反射性電極であり、Ag、Au、Al、Cr、In、又はその合金等を使用でき、またITO等を積層して使用でき、その厚みは成膜性及び反射性を考慮すると、50nm以上とするのがよく、200nm以下とすることができる。こうした陽極を用いると、基板1は上記した光反射性材料に限らず、ガラス等の透明又は半透明材料を用いてもよい。

また、第6図に示すように、陽極2と正孔輸送層10との間には、電荷注入効率を改善する目的で、無機物、有機物もしくは有機金属化合物からなる正孔注入層9を設けてもよい。又、図示はしないが、第5図においても陽極2と正孔輸送層6との間には、前記と同様の正孔注入層9を設けてもよい。なお、封止層4が金属等の導電性材料で形成されている場合は、絶縁分離のために、陽極2の側面に絶縁膜が設けられていてもよい。

有機電界発光素子Eにおける有機層5cは、正孔輸送層6と電子輸送層7とが積層された有機層であり、これらのいずれか又は双方に上記したスチリル化合物を含む混合層として、発光性の正孔輸送層6又は電子輸送層7を形成してよい。有機電界発光素子Fにおける有機層5dは、正孔輸送層10と、上記したスチリル化合物を含む混合物からなる発光層11と、電子輸送層12とが積層された有機層であるが、その他、種々の積層構造を採ることができる。例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が発光してもよい。

また、正孔輸送層において、正孔輸送性能を向上させるため、複数種の正孔輸送材料を積層した正孔輸送層を形成してもよい。

また、有機電界発光素子Eにおいて、発光層は電子輸送性発光層7であってよいが、電源8から印加される電圧によっては、正孔輸送層6やその界面で発光される場合がある。同様に、有機電界発光素子Fにおいて、発光層は層11以外に、電子輸送層12であってもよく、正孔輸送層10であってもよい。発光性能を向上させるため、少なくとも1種の蛍光性材料を用いた発光層11を正孔輸送層と電子輸送層との間に挟持させた構造であるのがよい。或いは、この蛍光性材料を正孔輸送層又は電子輸送層、或いはこれら両層に含有させた構造を構成してよい。このような場合、発光効率を改善するために、正孔又は電子の輸送を制御す

るための薄膜（ホールプロッキング層やエキシトン生成層など）をその層構成に含ませることも可能である。

また、陰極 3 に用いる材料としては、L i、M g、C a等の活性な金属とA g、A l、I n等の金属との合金を使用でき、これらの金属層が  
5 積層した構造であってもよい。なお、陰極の厚みや材質を適宜選択することによって、用途に見合った有機電界発光素子を作製できるが、陰極の厚みは0. 5～1 5 n m、更には0. 5～5 n m程度が望ましい。

また、封止層 4 は、封止膜として作用するものであり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることにより、電荷注入効率や発光効率を向上  
10 できる。なお、その気密性が保たれれば、アルミニウム、金、クロム、酸化シリコン、窒化シリコン等の単金属又は合金、化合物など、適宜その材料を選択できる。

上述した各有機電界発光素子E、Fにおいては、発光層が陽極と陰極との間に挟持された構造であり、発光した光は陽極と陰極との間で多重  
15 干渉を生じる。陽極及び陰極の反射率、透過率などの光学的な特性と、これらに挟持された有機層の膜厚とを適当に選ぶことにより、多重干渉効果を積極的に利用することができ、素子E、Fより取り出される発光波長を制御することが可能となる。これにより、発光色度を改善することも可能となる。この多重干渉効果のメカニズムについては、J.Yamada  
20 等によるAM-LCD Digest of Technical Papers, OD-2, P77-80(2002)を参照することができる。

上記した各有機電界発光素子に印加する電流は通常、直流であるが、パルス電流や交流を用いてもよい。電流値、電圧値は、素子破壊しない  
25 範囲内であれば特に制限はないが、有機電界発光素子の消費電力や寿命を考慮すると、なるべく小さい電気エネルギーで効率良く発光させることが望ましい。

次に、第7図は、本発明の有機電界発光素子を用いた平面ディスプレイの構成例である。図示の如く、例えばフルカラーディスプレイの場合は、赤（R）、緑（G）及び青（B）の3原色を発光可能な有機層5

（有機層5a, 5b, 5c, 5d）が、陰極3と陽極2との間に配されている。陰極3及び陽極2は、互いに交差するストライプ状に設けることができ、輝度信号回路14及びシフトレジスタ内蔵の制御回路15により選択されて、それぞれに信号電圧が印加され、これによって、選択された陰極3及び陽極2が交差する位置（画素）の有機層が発光するように構成されている。

10 即ち、第7図は例えば8×3RGB単純マトリックスであって、正孔輸送層と、発光層及び電子輸送層のいずれか少なくとも一つからなる有機層5を陰極3と陽極2の間に配設したものである（第3図又は第4図、第5図又は第6図参照）。陰極と陽極は、ともにストライプ状にパターンニングするとともに、互いにマトリックス状に直交させ、シフトレジスタ内蔵の制御回路15及び輝度信号回路14により時系列的に信号電圧を印加し、その交叉位置で発光するように構成されたものである。かかる構成のEL素子は、文字・記号等のディスプレイとしては勿論、画像再生装置としても使用できる。また、陰極3と陽極2のストライプ状パターンを赤（R）、緑（G）、青（B）の各色毎に配し、マルチカラー  
20 あるいはフルカラーの全固体型フラットパネルディスプレイを構成することが可能となる。また、上記の単純マトリックス方式のみならず、アクティブマトリックス方式での駆動も可能である。

次に、本発明の実施例を示すが、本発明はこれに限定されるものではない。

#### 25 実施例1

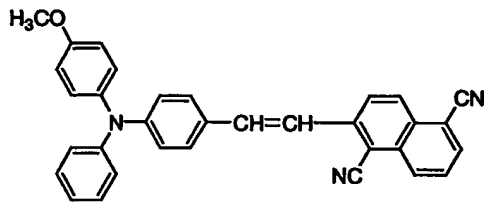
本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造



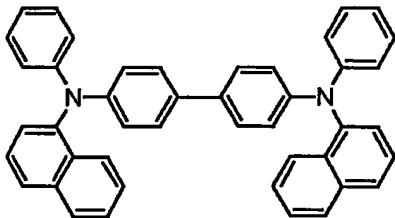
式(17)-11のアミノスチリル化合物と、 $\alpha$ -NPD( $\alpha$ -ナフチルフェニルジアミン)との混合層を正孔輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17)-11:

5



$\alpha$ -NPD:

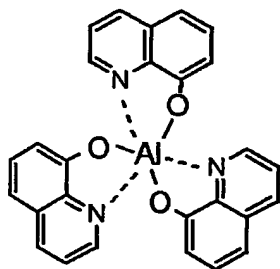


まず、真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30mm×30mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0mm×2.0mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により $10^{-4}$ Pa以下の真空下で上記構造式(17)-11のスチリル化合物と正孔輸送材料である $\alpha$ -NPDとを重量比1:1で混合した層を例えば50nmの厚さに正孔輸送層(兼発光層)として成膜した。蒸着レートは各々0.1nm/秒とした。

さらに、電子輸送層材料として下記構造式のAlq<sub>3</sub>(トリス(8-

キノリノール) アルミニウム) を正孔輸送層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub> からなるこの電子輸送層の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

Alq<sub>3</sub>:



- 5 陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、実施例1による第3図に示した如き有機電界発光素子を作製した。

- このように作製した実施例1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、  
10 分光測定を行った結果、620 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子社製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで1500 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
15 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2500時間であった。

#### 実施例 2

- 本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式  
20 (17) - 11のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層

を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0 mm×2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により $10^{-4}$  Pa以下の真空下で前記構造式の $\alpha$ -NPDを例えば50 nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.1 nm/秒とした。

さらに、上記構造式(17)-11のスチリル化合物と電子輸送性材料であるAlq<sub>3</sub>とを重量比1:1で混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17)-11のアミノスチリル化合物とAlq<sub>3</sub>とからなる電子輸送層(兼発光層)の膜厚も例えば50 nmとし、蒸着レートは各々0.2 nm/秒とした。

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、実施例2による第3図に示した如き有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例2の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、620 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで2600 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2700時間であった。

### 実施例3

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式(17) - 11のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

- 5     まず、真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30mm×30mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0mm×2.0mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により $10^{-4}$ Pa以下の真空下で上記構造式の $\alpha$ -NPDを例えば30nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。

- 10     さらに、発光材料として上記構造式(17) - 11のスチリル化合物とA1q<sub>3</sub>とを重量比1:1で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17) - 11のスチリル化合物とA1q<sub>3</sub>との混合層からなる発光層の膜厚も例えば30nmとし、蒸着レートは各々0.2nm/秒とした。
- 15     た。

さらに、電子輸送性材料として上記構造式のA1q<sub>3</sub>を発光層に接して蒸着した。A1q<sub>3</sub>の膜厚を例えば30nmとし、蒸着レートは0.2nm/秒とした。

- 20     陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200nmの厚さに形成し、実施例3による第4図に示した如き有機電界発光素子を作製した。

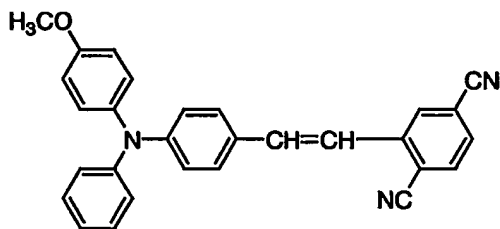
- このように作製した実施例3の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、620nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで3200cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。
- 25

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで3500時間であった。

#### 5 実施例 4

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式(17)-11のスチリル化合物と、下記構造式(17)-1のスチリル化合物との混合層を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

#### 10 構造式(17)-1:



まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0 mm×2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により $10^{-4}\text{ Pa}$ 以下の真空下で上記構造式の $\alpha$ -NPDを例えば30 nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

さらに、発光材料として上記構造式(17)-11のスチリル化合物と上記構造式(17)-1のスチリル化合物とを重量比1:3で正孔輸送層に接して共蒸着した。上記構造式(17)-11のスチリル化合物と上記構造式(17)-1のスチリル化合物との混合層からなる発光層の膜厚も例えば30 nmとし、蒸着レートは上記構造式(17)-11

の化合物は0.1 nm/秒、上記構造式(17)-1の化合物は0.3 nm/秒とした。

さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq<sub>3</sub>を発光層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub>の膜厚を例えば30 nmとし、蒸着レートは0.

5 2 nm/秒とした。

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、実施例4による第4図に示した如き有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例4の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で  
10 順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、610 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで2200 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
15 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで1000時間であった。

#### 実施例5

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式  
20 (17)-1のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例5の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で  
25 順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、608 nm付近に発光ピーク

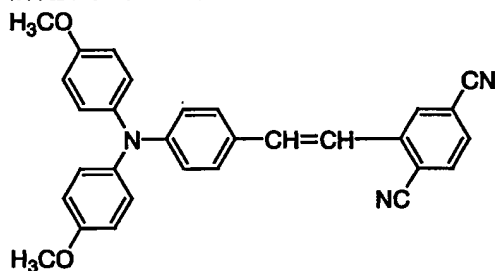
を有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 Vで1000 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
5 値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで800時間であった。

#### 実施例6

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式  
(17)－2のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を  
10 電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17)－2：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

15 このように作製した実施例6の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、610 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 Vで500 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

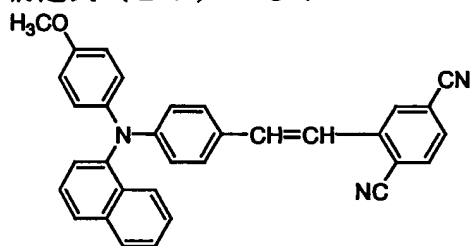
20 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで700時間であった。

#### 実施例7

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式  
5 (17)-3のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17)-3:



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10 このように作製した実施例7の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、605nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1200cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1100時間であった。

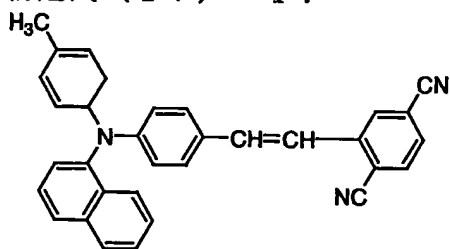
#### 実施例8

20 本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17)-4のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を



電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 4 :



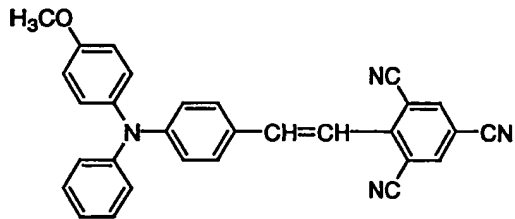
層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

- 5 このように作製した実施例 8 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、600 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 1000 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。
- 10 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1400 時間であった。

#### 実施例 9

- 15 本実施例は、上述の一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 5 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 5 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

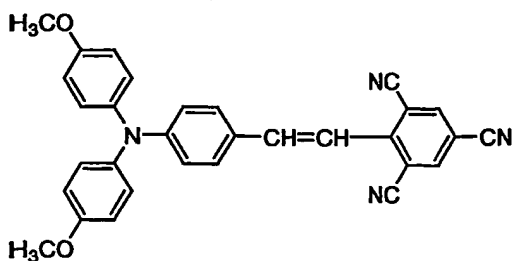
- このように作製した実施例 9 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、
- 5 実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、615 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流
- 10 値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

#### 実施例 10

- 本実施例は、上述の一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 6 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を
- 15 電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 6 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

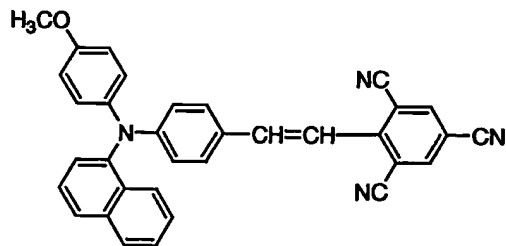
このように作製した実施例 10 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、620 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 800 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 700 時間であった。

#### 実施例 11

本実施例は、上述の一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 7 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 7 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 11 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、615 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

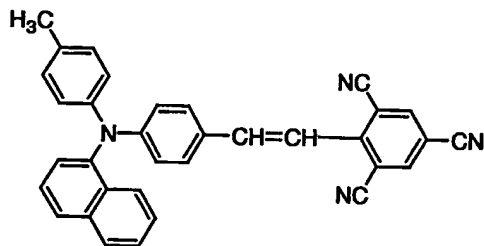
8 Vで1100 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1000時間であった。

#### 実施例12

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17)～8のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17)～8：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

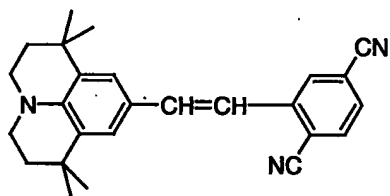
このように作製した実施例12の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、610 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 Vで950 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1300時間であった。

## 実施例 1 3

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 9のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 9 :



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

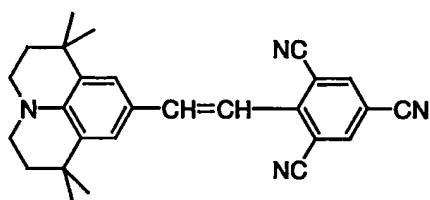
このように作製した実施例13の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、605nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで850cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで650時間であった。

## 実施例 1 4

本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 10のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 10 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

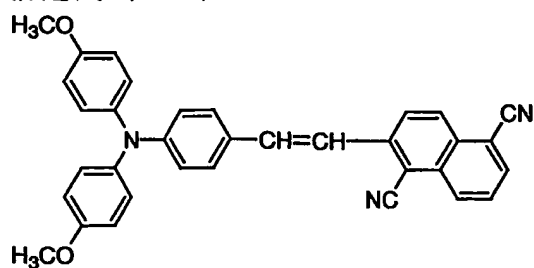
このように作製した実施例 14 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 750 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 500 時間であった。

#### 実施例 15

本実施例は、上述の一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 12 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 12 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

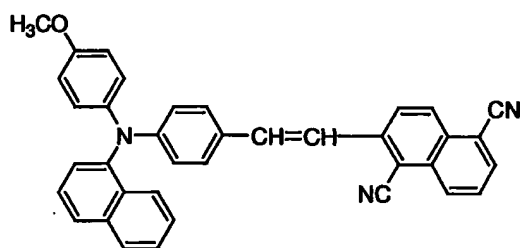
このように作製した実施例 15 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、625 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
5 8 V で 1000 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。  
10

#### 実施例 16

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 13 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
15 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 13 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 16 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピ  
20

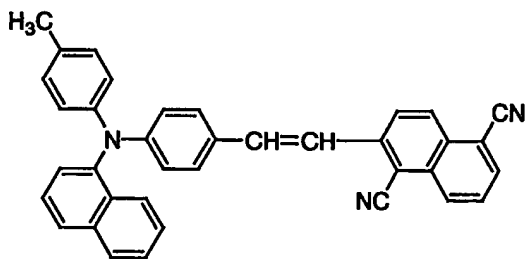
ークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
8 Vで2000 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
5 値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま  
で2800時間であった。

#### 実施例17

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（1  
7）－14のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電  
10 子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－14：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例17の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下  
15 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であ  
り、実施例1と同様に分光測定を行った結果、605 nm付近に発光ピ  
ークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
8 Vで1800 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
20 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま



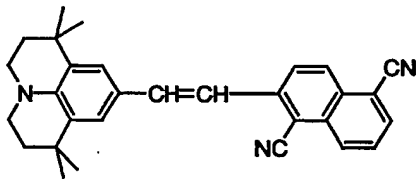
で3300時間であった。

#### 実施例 18

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 15 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

5 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 15 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 18 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

10 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 880 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、

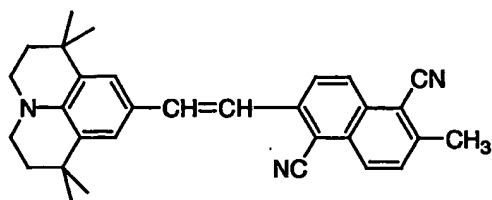
15 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 700 時間であった。

#### 実施例 19

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 16 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

20 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 16 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

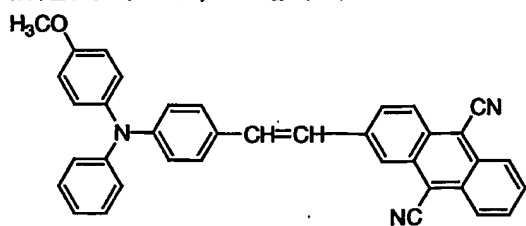
このように作製した実施例 19 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

#### 実施例 20

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 17 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 17 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 20 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、700 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

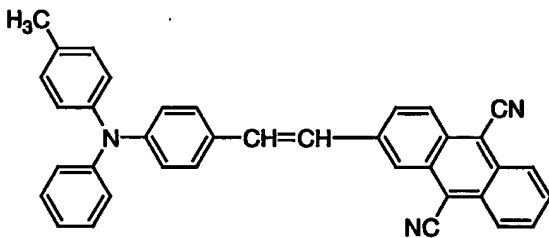
5 8 V で 250 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 350 時間であった。

#### 10 実施例 21

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17)－18 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

#### 15 構造式 (17)－18 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 21 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、690 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

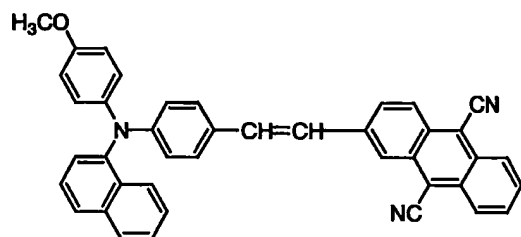
20 8 V で 180 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで450時間であった。

## 5 実施例 2 2

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式(17)－19のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

### 10 構造式(17)－19：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

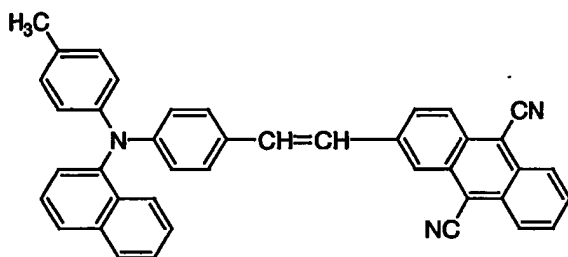
このように作製した実施例22の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、690nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8Vで $330\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで390時間であった。

## 実施例 2 3

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－20のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

5 構造式（17）－20：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

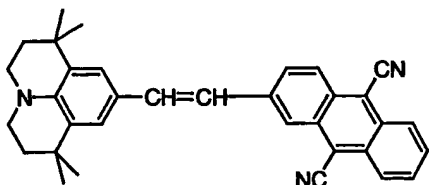
10 このように作製した実施例23の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、680nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8Vで280cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで500時間であった。

#### 実施例24

20 本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－21のスチリル化合物と、上記構造式A1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－21：



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

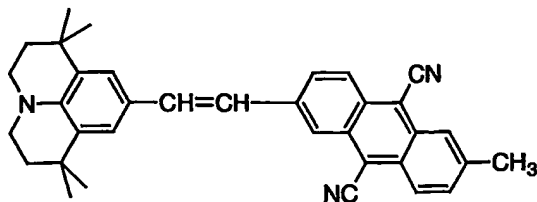
このように作製した実施例 24 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、680 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 220 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 210 時間であった。

#### 実施例 25

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 22 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 22 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 25 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

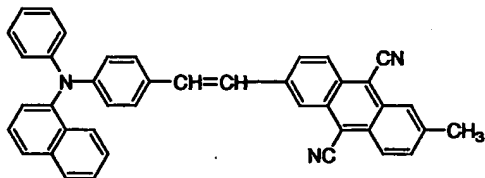
で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、675 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で  $240 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 240 時間であった。

#### 実施例 26

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 23 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 23 :



- 15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 26 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、680 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

- 20 8 V で  $260 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

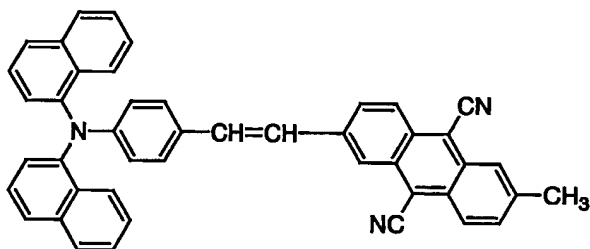
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで320時間であった。

#### 実施例27

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 24のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 24:



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10    このように作製した実施例27の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、680nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで180cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

15    この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで280時間であった。

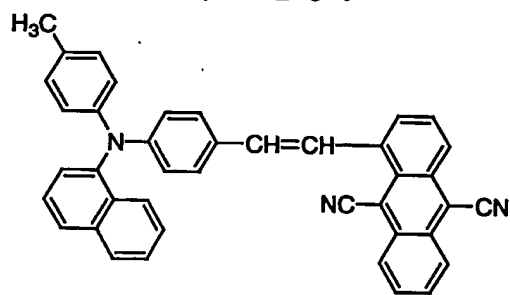
#### 実施例28

20    本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 25のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電



子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 25 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

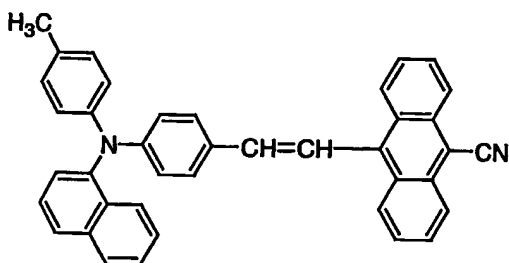
- 5      このように作製した実施例 28 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、675 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 340 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

- 10     この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 600 時間であった。

#### 実施例 29

- 15     本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 26 のスチリル化合物と、上記構造式 A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 26 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

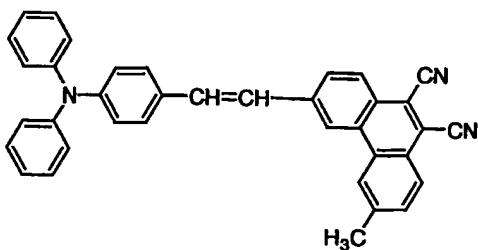
- このように作製した実施例 29 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、630 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 550 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 780 時間であった。

### 実施例 30

- 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 27 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 27 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

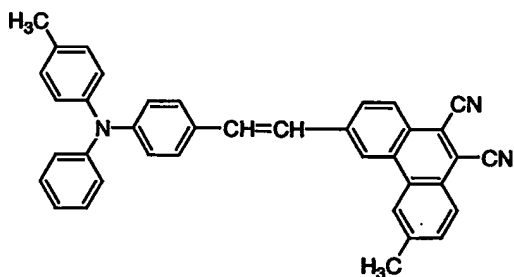
このように作製した実施例 30 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 700 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

#### 実施例 31

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 28 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 28 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 31 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

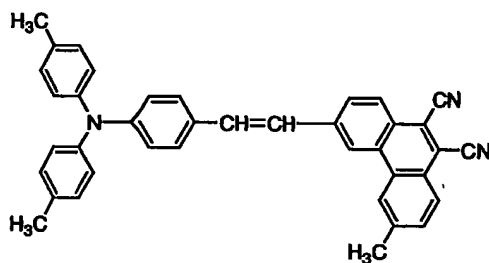
8 Vで720 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2200時間であった。

### 実施例 3 2

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）-29のスチリル化合物と、上記の構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式（17）-29：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例32の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、648 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで750 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

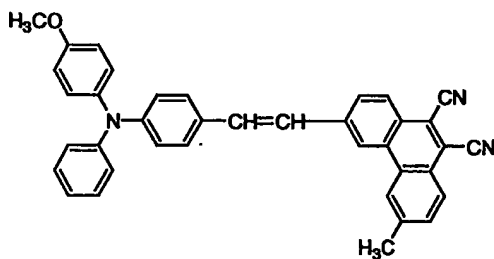
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで3200時間であった。

### 実施例 3 3

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 30 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

5 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 30 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 3 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、665 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、

10 8 V で 850 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 2500 時間であった。

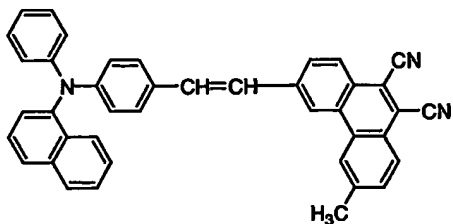
15

### 実施例 3 4

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 31 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

20 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 31 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 34 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であ

- り、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、638 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 1200 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

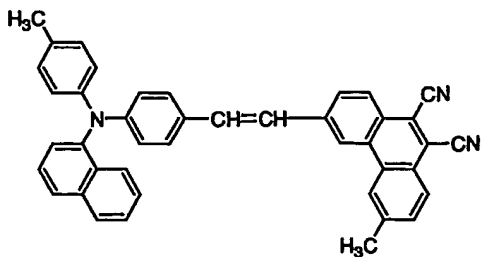
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5000 時間であった。

#### 実施例 35

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電

- 子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 32 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

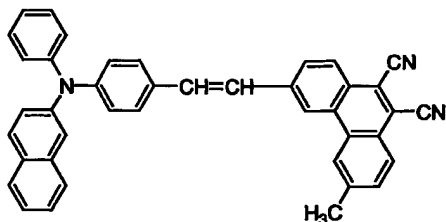
このように作製した実施例 3 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 1150 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5500 時間であった。

#### 実施例 3 6

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 33 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

構造式 (17) - 33 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

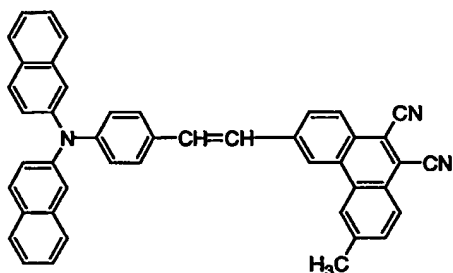
このように作製した実施例 3 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 1180 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで4800時間であった。

### 5 実施例37

本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 34のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

### 10 構造式(17) - 34:



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例37の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、647nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで $950\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。

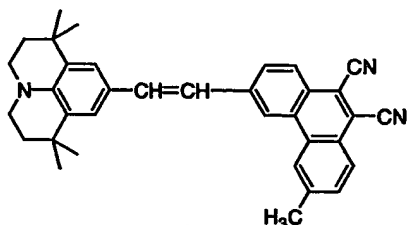
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5100時間であった。

### 実施例38



本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－35のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

5 構造式（17）－35：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

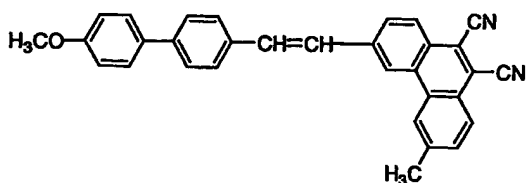
このように作製した実施例38の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、632nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
10 8Vで890cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  
15 1500時間であった。

実施例39

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－36のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
20 界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－36：



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

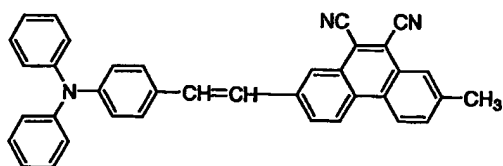
- このように作製した実施例 39 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、585 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、5 8 V で 300 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

#### 実施例 40

- 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 37 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 37 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 40 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であ

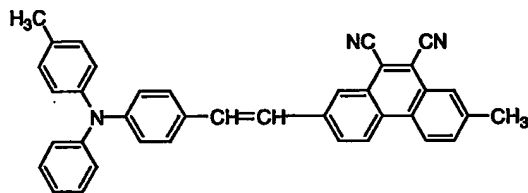
り、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、580 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 580 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1200 時間であった。

#### 実施例 4 1

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 38 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 38 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。このように作製した実施例 4 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 620 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま

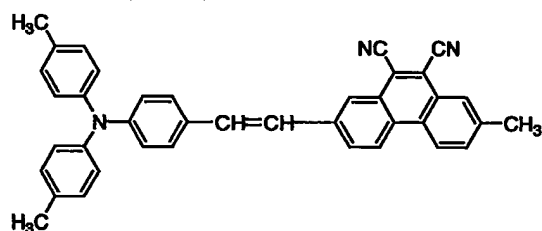
で1500時間であった。

#### 実施例42

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－39のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

5 界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－39：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例42の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

10 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、660nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8Vで520cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、

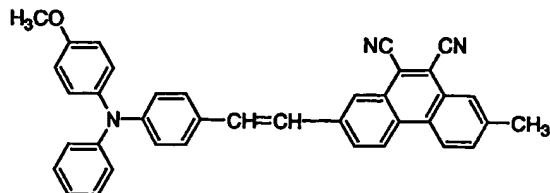
15 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで850時間であった。

#### 実施例43

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－40のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

20 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 40 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

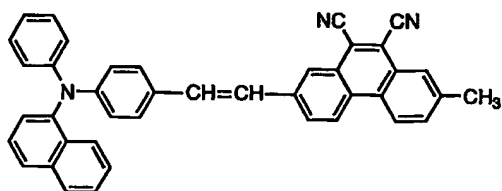
このように作製した実施例 43 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、665 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 750 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 720 時間であった。

#### 実施例 44

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 41 のスチリル化合物と、上記の構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 41 :



(17)-41

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 4 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

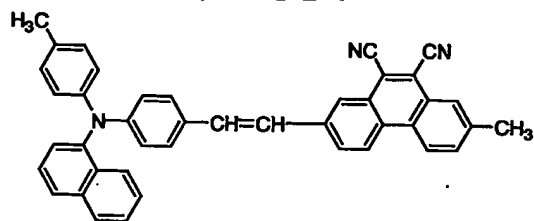
5 8 V で 950 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1200 時間であった。

#### 10 実施例 4 5

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 42 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

15 構造式 (17) - 42 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 4 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

20 8 V で 900 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

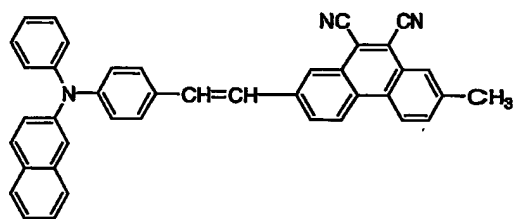
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、

素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  $1550$  時間であった。

#### 実施例 4 6

- 5 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 43 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 43 :



- 10 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。  
 このように作製した実施例 4 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、 $655 \text{ nm}$  付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、  
 15  $8 \text{ V}$  で  $1000 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

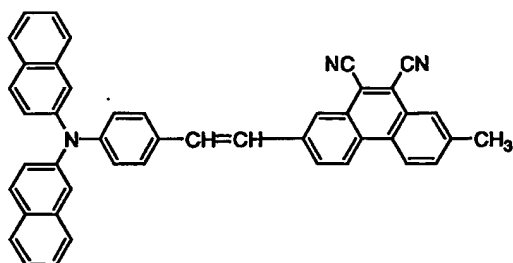
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  $1300$  時間であった。

#### 20 実施例 4 7

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 44 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電

子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 44 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

- 5      このように作製した実施例 47 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 1100 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

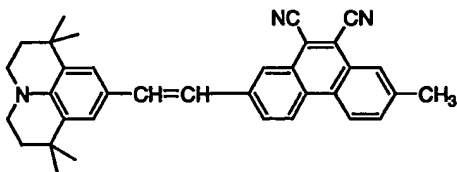
- 10      この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1100 時間であった。

#### 実施例 48

- 15      本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 45 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 45 :





層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

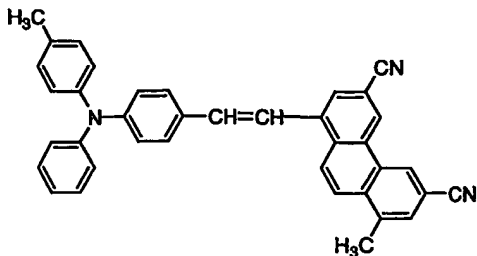
- このように作製した実施例 48 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、642 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 350 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 250 時間であった。

#### 実施例 49

- 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 46 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>8</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 46 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 49 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

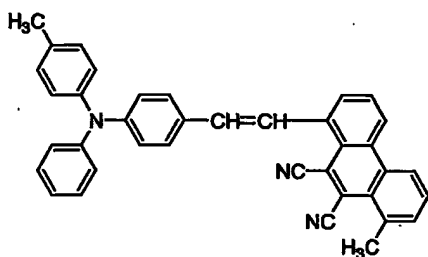
5 8 V で 250 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 180 時間であった。

#### 10 実施例 50

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 47 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

#### 15 構造式 (17) - 47 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 50 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、625 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

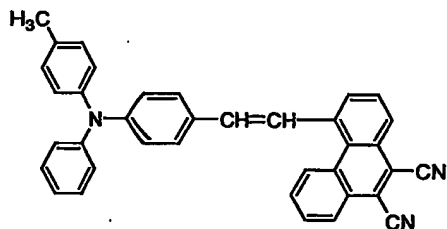
20 8 V で 280 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで240時間であった。

#### 5 実施例 5 1

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 48のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

10 構造式(17) - 48 :



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例51の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、635nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、  
15 8Vで $350\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。

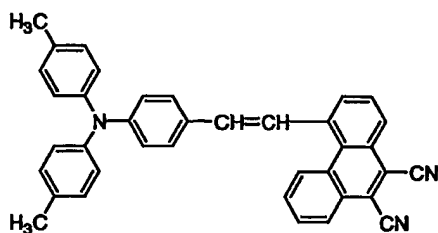
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  
20 750時間であった。

#### 実施例 5 2

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式(1

7) - 49 のスチリル化合物と、上記構造式の  $Alq_3$  との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 49 :



5 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 5 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、

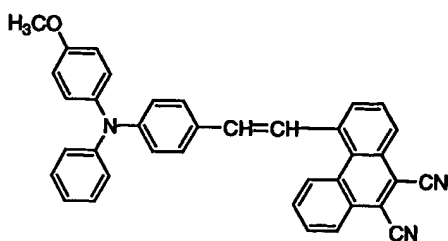
10 8 V で  $300 \text{ cd/m}^2$  の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 600 時間であった。

15 実施例 5 3

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 50 のスチリル化合物と、上記構造式の  $Alq_3$  との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

20 構造式 (17) - 50 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

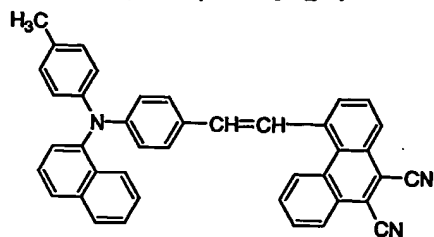
このように作製した実施例 5 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 400 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 300 時間であった。

#### 実施例 5 4

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 51 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 51 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 5 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

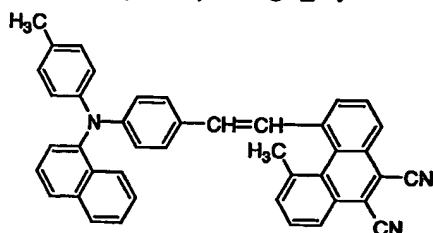
で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 520 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1050 時間であった。

#### 実施例 5 5

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 52 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 52 :



- 15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。このように作製した実施例 5 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、647 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 500 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

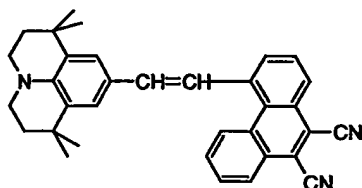
20 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1200時間であった。

#### 実施例56

本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 53のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 53:



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10    このように作製した実施例56の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、633nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで220cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

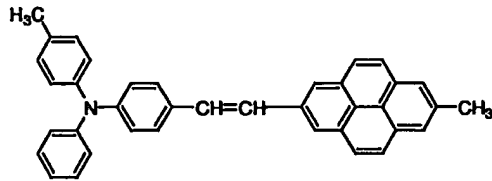
15    この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで230時間であった。

#### 実施例57

20    本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 54のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 54 :



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

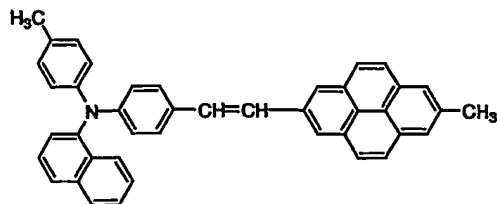
- このように作製した実施例57の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下  
 5 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であ  
 り、実施例1と同様に分光測定を行った結果、595 nm付近に発光ピ  
 ークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、  
 8 Vで380 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
 10 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
 値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま  
 で180時間であった。

#### 実施例58

- 本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(1  
 15 7) - 55のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電  
 子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
 界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 55 :





層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

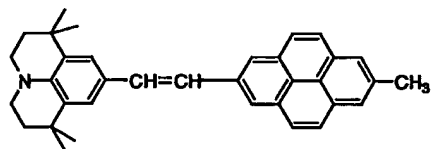
このように作製した実施例 58 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、590 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 320 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 250 時間であった。

#### 実施例 59

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 56 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

構造式 (17) - 56 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 59 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、588 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 210 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

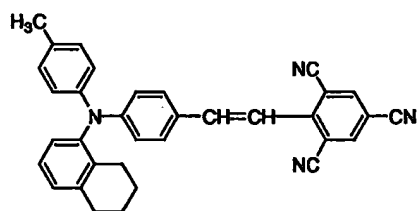
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、

素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  $150$  時間であった。

#### 実施例 60

- 5 本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 63のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式(17) - 63:



- 10 層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例60の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、 $605 \text{ nm}$ 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、

- 15  $8 \text{ V}$ で $1000 \text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。

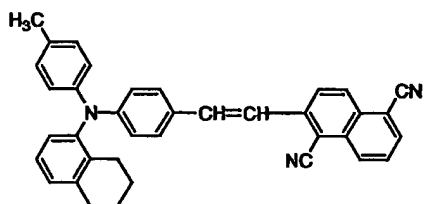
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで  $1350$  時間であった。

#### 20 実施例 61

本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 64のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電

子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 64 :



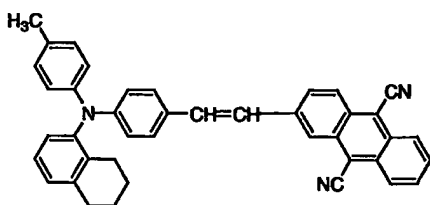
層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

- 5      このように作製した実施例 6 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、600 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で  $1950 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。
- 10     この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 3500 時間であった。

#### 実施例 6 2

- 15     本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 65 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 65 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

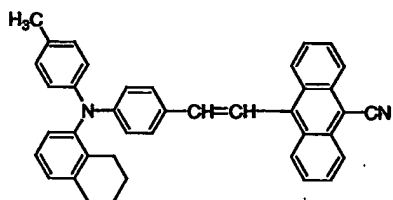
このように作製した実施例 6 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、670 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、  
5 8 V で  $290 \text{ cd/m}^2$  の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 520 時間であった。  
10

### 実施例 6 3

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 66 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
15 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 66 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 6 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

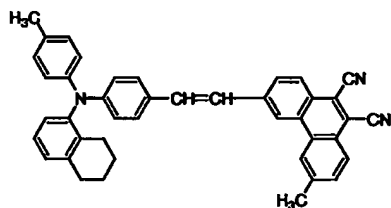
で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、625 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 620 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 770 時間であった。

#### 実施例 6 4

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 67 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 67 :



- 15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。  
 このように作製した実施例 6 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、635 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
 20 8 V で 1260 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

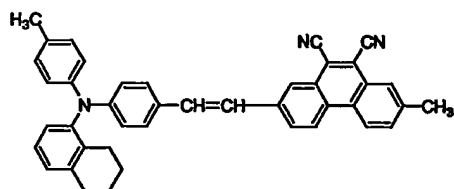
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5400時間であった。

#### 実施例65

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－68のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－68：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10    このように作製した実施例65の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、645nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8Vで950cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

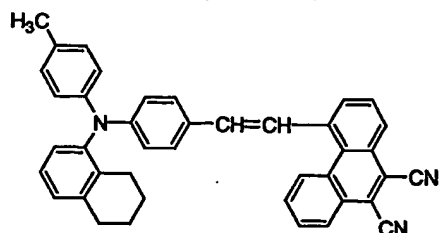
15    この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1600時間であった。

#### 実施例66

20    本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－69のスチリル化合物と、上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 69 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

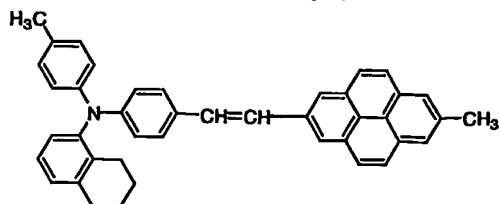
- このように作製した実施例 66 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下
- 5 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 550 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、
- 10 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1000 時間であった。

#### 実施例 67

- 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (1
- 15 7) - 70 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 70 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 6 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、587 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 360 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 270 時間であった。

#### 実施例 6 8

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 4 のスチリル化合物と上記構造式 (17) - 20 のスチリル化合物との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

まず、真空蒸着装置中に、100 nm の厚さの ITO からなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の 2.0 mm × 2.0 mm の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法によって 10<sup>-4</sup> Pa 以下の真空下で上記構造式の α-NPD を例えば 50 nm の厚さに成膜とした。蒸着レートは 0.1 nm/秒とした。

さらに、上記構造式 (17) - 4 のスチリル化合物と上記構造式 (17) - 20 のスチリル化合物とを混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。この場合、構造式 (17) - 4 のスチリル化合物の重量比を幾通りかに変えて作製した。スチリル化合物の混合層の膜厚も例えば 50 nm とした。



陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1 : 3として200 nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

- 5      このように作製した実施例68の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光スペクトルは2つのスチリル化合物の混合比によって変化し、発光ピークが600 nmから680 nmの範囲で任意の波長を選ぶことができた。この際、素子の電圧－電流特性など電気的な特性を大きく変えることはなかった。

#### 実施例69

- 10      本実施例は、上記構造式(17)－13のスチリル化合物と上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用いたシングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子において、発光層中の構造式(17)－13のスチリル化合物の濃度と発光色、駆動電圧、素子寿命の関係を調べた例である。それぞれの結果を下記表1に示す。
- 15      層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

表 1 実施例 69 の素子特性

発光層中の構造式(17)-13 のスチリル化合物の濃度 (重量%)	300cd/m <sup>2</sup> における 色度	300cd/m <sup>2</sup> における 駆動電圧 (V)	初期輝度=300cd/m <sup>2</sup> における 半減寿命 (時間)
0	0.348, 0.523	6.5	-
5	0.588, 0.411	8.5	3500
10	0.595, 0.404	8.1	3300
20	0.602, 0.397	7.7	3200
30	0.608, 0.391	7.2	3000
50	0.612, 0.387	7.0	2800
75	0.611, 0.388	6.8	2700
90	0.612, 0.387	6.6	2600
100	0.613, 0.386	6.5	400

表 1 から明らかなように、発光層中のスチリル化合物の濃度が増すにつれて深い赤色の発光を呈し、駆動電圧は低下するが、素子寿命は低減する。このような発光層中のスチリル化合物の濃度と素子特性の関係から、色度、駆動電圧と半減寿命のすべてを兼ね備えた実用的に最適な濃度が存在することになる。この実施例 69 の場合では、スチリル化合物の濃度が 5～90 重量%のうち、30～90 重量%で使用することが望ましいことがわかった。

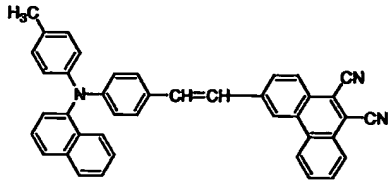
#### 実施例 70

10 本実施例は、上記構造式(17)－32で示されるスチリル化合物と、上記構造式(17)－32で示されるスチリル化合物においてアリール部(上記一般式[I]におけるX)から所定の置換基を取り除いた下記構造式のスチリル化合物A-1を用いて作製した有機電界発光素子の素子特性を比較した例である。

15 それぞれのスチリル化合物と上記構造式のA1q<sub>3</sub>との混合層(重量比1:1)を電子輸送性発光層として用いたシングルヘテロ構造の下面

発光型の有機電界発光素子を作製し、それぞれの素子特性を下記表 2 に比較して示す。層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

構造式 A-1 :



5 素子構造 :

素子 1 (実施例 35) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 32 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

10 素子 2 (実施例 70) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 化合物 A-1 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

表 2 素子特性の比較

	EL極大 (nm)	8Vにおける発光強度 (cd/m <sup>2</sup> )	初期輝度=300cd/m <sup>2</sup> における半減寿命 (時間)
素子 1	640	1150	5500
素子 2	640	1000	4700

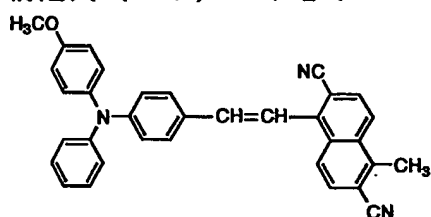
15 表 2 から、構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と Alq<sub>3</sub> との混合層を発光層に用いた素子 1 では、構造式 (17) - 32 のスチリル化合物が分子内アリール部にシアノ基、メチル基を有することにより、発光層のアモルファス性を向上させることが可能となり、その結果、アリール部の置換基の異なる素子 2 と比較して連続点灯半減寿命を向上させることができた。

## 実施例 7 1

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 71 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

5 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 71 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 7 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、595 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 1500 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

10

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1600 時間であった。

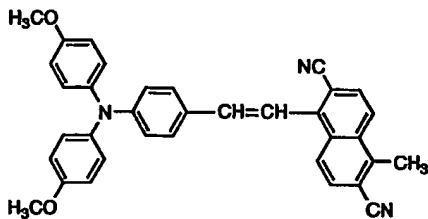
15

## 実施例 7 2

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 72 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

20 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 72 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 7 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 1100 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 950 時間であった。

### 実施例 7 3

本実施例は、上述の一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と、上記構造式の  $\alpha$ -NPD との混合層、及び上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層の積層膜を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

まず、真空蒸着法により、100 nm の厚さの ITO からなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板上に、上記構造式の  $\alpha$ -NPD を例えば 25 nm の厚さに成膜した。さらに、発光材料として上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と  $\alpha$ -NPD を重量比 1 : 1 で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と  $\alpha$ -NPD との混合層からなる発光層の膜厚も例えば 2

5 nmとした。さらに、同じく発光材料として上記構造式(17) - 32のスチリル化合物とAlq<sub>3</sub>を重量比1 : 1で蒸着した。上記構造式(17) - 32のスチリル化合物とAlq<sub>3</sub>との混合層からなる発光層の膜厚も例えば25 nmとした。

- 5 さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq<sub>3</sub>を発光層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub>の膜厚を例えば25 nmとした。

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1 : 3として200 nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

- 10 このように作製した実施例73の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、640 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで900 cd/m<sup>2</sup>の輝度を得られた。

- 15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで3900時間であった。

#### 実施例74

- 20 本実施例は、上述の一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式(17) - 32のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>及び上記構造式のα-NPDとの混合層を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

- 25 まず、真空蒸着法により、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板上に、上記構造式のα-NPDを例えば30 nmの厚さに成膜した。さらに、発光材料と

して上記構造式(17) - 32のスチリル化合物とAlq<sub>3</sub>及びα-NPDを重量比2 : 1 : 1で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17) - 32のスチリル化合物とAlq<sub>3</sub>及びα-NPDとの混合層からなる発光層の膜厚も例えば30nmとした。

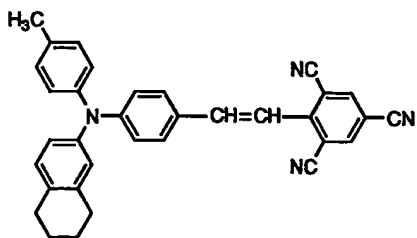
- 5 さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq<sub>3</sub>を発光層に接して蒸着した。Alq<sub>3</sub>の膜厚を例えば30nmとした。

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1 : 3として200nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

- 10 このように作製した実施例74の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、640nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1000cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。
- 15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで4100時間であった。

#### 実施例75

- 20 本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、下記構造式(17) - 73のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。
- 構造式(17) - 73 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

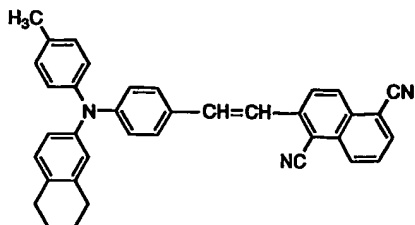
このように作製した実施例 7 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1000 時間であった。

#### 実施例 7 6

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 74 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 74 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 7 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下



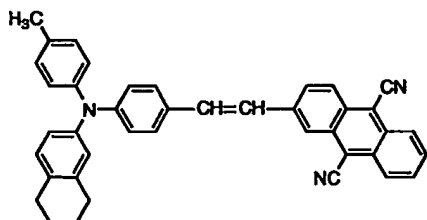
で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、600 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で  $1700 \text{ cd/m}^2$  の輝度を得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 3200 時間であった。

#### 実施例 77

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 75 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 75 :



- 15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。このように作製した実施例 77 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、670 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
20 8 V で  $280 \text{ cd/m}^2$  の輝度を得られた。

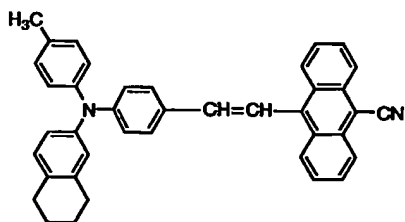
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで500時間であった。

#### 実施例78

- 本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－76のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式（17）－76：



層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

- 10 このように作製した実施例78の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、625nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8Vで630cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

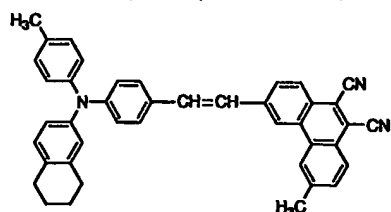
- 15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで700時間であった。

#### 実施例79

- 20 本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、下記構造式（17）－77のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電

界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 77 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

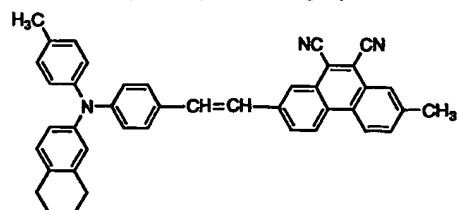
- 5 このように作製した実施例 79 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、635 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で  $1220 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

- 10 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5200 時間であった。

#### 実施例 80

- 15 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 78 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 78 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

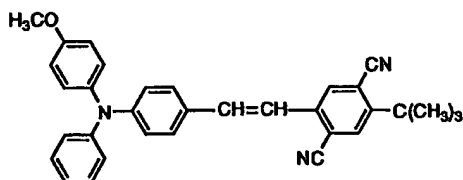
このように作製した実施例 80 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 1000 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

#### 実施例 81

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 81 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 81 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

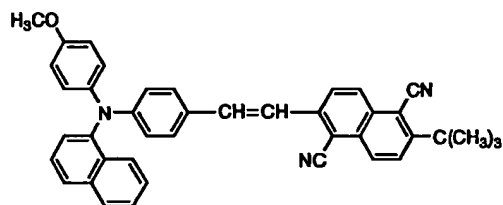
このように作製した実施例 81 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 950 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで750時間であった。

## 5 実施例 8 2

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 82 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

## 10 構造式 (17) - 82 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 8 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で  $2000 \text{ cd/m}^2$  の輝度が得られた。

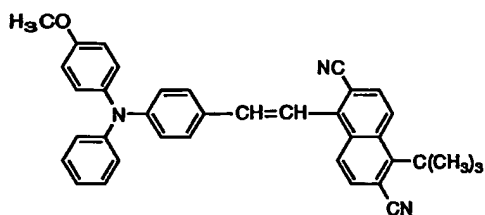
この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2700時間であった。

## 実施例 8 3

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (1

7) - 83 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 83 :



5 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 83 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、595 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、

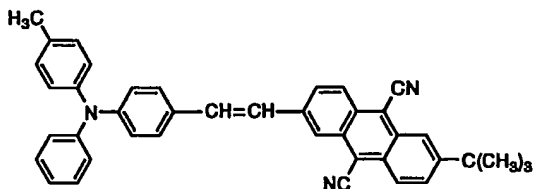
10 8 V で 1400 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

15 実施例 84

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 84 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

20 構造式 (17) - 84 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

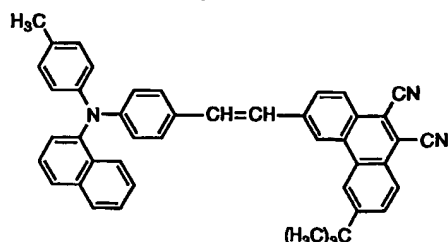
このように作製した実施例 8 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、690 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
5 8 V で  $170 \text{ cd/m}^2$  の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 450 時間であった。  
10

#### 実施例 8 5

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17) - 85 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電  
15 界発光素子を作製した例である。

構造式 (17) - 85 :



層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 8 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

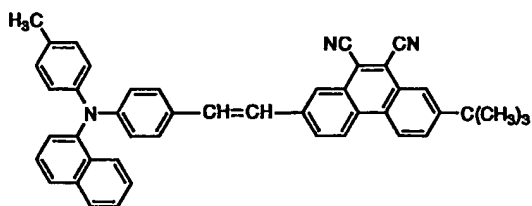
で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 1100 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5300 時間であった。

#### 実施例 86

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、下記構造式 (17)－86 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

構造式 (17)－86：



- 15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 86 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、

- 20 8 V で 900 cd/m<sup>2</sup> の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流



値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1600時間であった。

#### 比較例1

この比較例は、上記構造式(17) - 8のスチリル化合物と上記構造式(A1q<sub>3</sub>)との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式(17) - 8のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

10 素子3(実施例12)：ITO/ $\alpha$ -NPD(50nm)/構造式(17) - 8のスチリル化合物 + A1q<sub>3</sub>(50nm)/Mg:Ag(200nm)

素子4(比較例1)：ITO/ $\alpha$ -NPD(50nm)/化合物(17) - 8(50nm)/Mg:Ag(200nm)

15 素子3及び素子4の発光色はいずれも橙色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、610nm付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子3では1300時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子4では350時間となった。

#### 比較例2

この比較例は、上記構造式(17) - 14のスチリル化合物と上記構造式(A1q<sub>3</sub>)との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式(17) - 14のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 5（実施例 17）：ITO/ $\alpha$ -NPD（50 nm）／構造式  
（17）-14 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub>（50 nm）／Mg : Ag  
5 （200 nm）

素子 6（比較例 2）：ITO/ $\alpha$ -NPD（50 nm）／構造式（1  
7）-14 のスチリル化合物（50 nm）／Mg : Ag（200 nm）

素子 5 及び素子 6 の発光色はいずれも橙色であり、実施例 1 と同様に  
分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有する同様のス  
10 ペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流  
値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま  
で、素子 5 では 3300 時間であったのに対して、スチリル化合物単独  
膜を発光層として使用した素子 6 では 600 時間となった。

15 比較例 3

この比較例は、上記構造式（17）-20 のスチリル化合物と上記構  
造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上  
記構造式（17）-20 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発  
光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

20 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 7（実施例 23）：ITO/ $\alpha$ -NPD（50 nm）／構造式  
（17）-20 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub>（50 nm）／Mg : Ag  
（200 nm）

25 素子 8（比較例 3）：ITO/ $\alpha$ -NPD（50 nm）／構造式（1  
7）-20 のスチリル化合物（50 nm）／Mg : Ag（200 nm）

素子 7 及び素子 8 の発光色はいずれも赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、680 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

- これらの有機電界発光素子に対して初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 7 では 500 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 8 では 120 時間となった。

#### 比較例 4

- この比較例は、上記構造式 (17) - 26 のスチリル化合物と上記構造式 A1 q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 26 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

- 素子 9 (実施例 29) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 26 のスチリル化合物 + A1 q<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

- 素子 10 (比較例 4) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 26 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 9 及び素子 10 の発光色はいずれも赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、630 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

- これらの有機電界発光素子に対して初期輝度  $300 \text{ cd/m}^2$  で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 9 では 780 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜

を発光層として使用した素子 10 では 170 時間となった。

#### 比較例 5

この比較例は、上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と上記構造式 A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 11 (実施例 35) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 32 のスチリル化合物 + A1q<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 12 (比較例 5) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 32 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 11 及び素子 12 の発光色はいずれも赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd / m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 11 では 5500 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 12 では 800 時間となった。

#### 比較例 6

この比較例は、上記構造式 (17) - 42 のスチリル化合物と上記構造式 A1q<sub>3</sub> の混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 42 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 13 (実施例 45) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式  
(17) - 42 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag  
5 (200 nm)

素子 14 (比較例 6) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式  
(17) - 42 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)  
m)

素子 13 及び素子 14 の発光色はいずれも赤色であり、実施例 1 と同  
10 様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有する同様の  
スペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流  
値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するま  
で、素子 13 では 1550 時間であったのに対して、スチリル化合物単  
15 独膜を発光層として使用した素子 14 では 280 時間となった。

比較例 7

この比較例は、上記構造式 (17) - 51 のスチリル化合物と上記構  
造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上  
記構造式 (17) - 51 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発  
20 光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 15 (実施例 54) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式  
(17) - 51 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag  
25 (200 nm)

素子 16 (比較例 7) : ITO/ $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式

(17) - 51 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 15 及び素子 16 の発光色はいずれも赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 15 では 1050 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 16 では 180 時間となった。

#### 10 比較例 8

この比較例は、上記構造式 (17) - 55 のスチリル化合物と上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 55 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

15 層構造、成膜法とも実施例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

素子構造：

素子 17 (実施例 58) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 55 のスチリル化合物 + Alq<sub>3</sub> (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

20 素子 18 (比較例 8) : ITO /  $\alpha$ -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 55 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 17 及び素子 18 の発光色はいずれも橙色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、590 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流

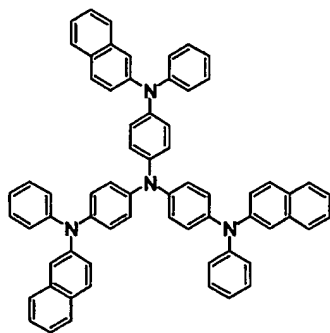
値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 17 では 250 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 18 では 70 時間となった。

#### 実施例 87

- 5 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

- まず、真空蒸着装置中に、100 nm の厚さの銀合金と、更にその上部に成膜された 10 nm の厚さの ITO とからなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の 2.0 mm × 2.0 mm の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により  $10^{-4}$  Pa 以下の真空下で下記構造式の 2-TNATA を例えば 20 nm 成膜し、続いてその上に、 $\alpha$ -NPD を例えば 43 nm の厚さに成膜した。蒸着レートは各々 0.1 nm/秒とした。

2-TNATA :



- 更に、上記構造式 (17) - 32 のスチリル化合物と電子輸送性材料である A1q<sub>3</sub> とを重量比 1 : 1 で混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式 (17) - 32 のアミノスチリル化合物と A1q<sub>3</sub>、

とからなる電子輸送層（兼発光層）の膜厚も例えば30 nmとし、蒸着レートは各々0.2 nm/秒とした。

更に、その上に、電子輸送層としてAlq<sub>3</sub>を例えば36 nmの厚さに成膜した。

- 5 陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を5：1として12 nmの厚さに形成し、第6図に示した如き有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例87の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、640 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
10 8 Vで850 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで8300時間であった。  
15

#### 実施例88

本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式(17)－33のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。  
20

層構造、成膜法ともに実施例87に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例88の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、640 nm付近に発光ピーク  
25



ークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
8 Vで900 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
5 値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するま  
で7000時間であった。

#### 実施例 89

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、上記構造式（1  
7）－34のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電  
10 子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した  
例である。

層構造、成膜法ともに実施例87に準拠して有機電界発光素子を作製  
した。

このように作製した実施例89の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下  
15 で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であ  
り、実施例1と同様に分光測定を行った結果、643 nm付近に発光ピ  
ークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
8 Vで800 cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、  
20 素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m<sup>2</sup>で電流  
値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するま  
で6000時間であった。

#### 実施例 90

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、上記構造式（1  
25 7）－27のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電  
子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した

例である。

層構造、成膜法ともに実施例 87 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

5      このように作製した実施例 90 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 650 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

10     この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 2200 時間であった。

#### 実施例 91

15     本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 28 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

層構造、成膜法ともに実施例 87 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

20     このように作製した実施例 91 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、642 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 680 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

25     この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流

値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで3500時間であった。

#### 実施例92

本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、上記構造式(17) - 29のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

層構造、成膜法ともに実施例87に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10 このように作製した実施例92の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、645nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで660cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。

15 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m<sup>2</sup>で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで3800時間であった。

#### 実施例93

20 本実施例は、一般式〔I〕のスチリル化合物のうち、上記構造式(17) - 30のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

層構造、成膜法ともに実施例87に準拠して有機電界発光素子を作製した。

25 このように作製した実施例93の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下

で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、8 V で 700 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

- 5 この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 3300 時間であった。

#### 実施例 9 4

- 10 本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 31 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

- 層構造、成膜法ともに実施例 8 7 に準拠して有機電界発光素子を作製  
15 した。

- このように作製した実施例 9 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧－輝度測定を行ったところ、  
20 8 V で 1100 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 6000 時間であった。

- 25 実施例 9 5

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (1

7) - 20 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

層構造、成膜法ともに実施例 87 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 95 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 200 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m<sup>2</sup> で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 500 時間であった。

#### 15 実施例 96

本実施例は、一般式 [I] のスチリル化合物のうち、上記構造式 (17) - 23 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q<sub>3</sub> との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

20 層構造、成膜法ともに実施例 87 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例 96 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1 と同様に分光測定を行った結果、655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 210 cd/m<sup>2</sup> の輝度を得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで350時間であった。

5 実施例97

本実施例は、一般式[I]のスチリル化合物のうち、上記構造式(17) - 13のスチリル化合物と、上記構造式のAlq<sub>3</sub>との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

10 層構造、成膜法ともに実施例87に準拠して有機電界発光素子を作製した。

このように作製した実施例97の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例1と同様に分光測定を行った結果、630nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、  
15 8Vで $1800\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 $300\text{ cd/m}^2$ で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで2500時間であった。  
20

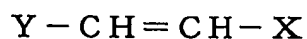
本発明の有機電界発光素子及び発光装置によれば、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層の構成層の少なくとも1層が、前記一般式[I]で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなっているので、高輝度、高信頼性であって熱安定性も良好であり、赤色等の比較的長波長の発光色を任意に選択でき、色純度が良好な  
25

有機電界発光素子を提供することができる。

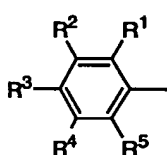
## 請求の範囲

1. 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層の構成層のうちの少なくとも1層が、下記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなることを特徴とする有機電界発光素子。

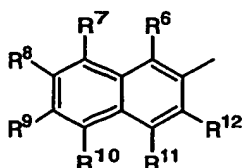
一般式〔I〕：



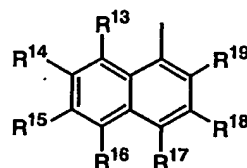
- 10 〔但し、前記一般式〔I〕において、Xは下記一般式（1）～（13）のいずれかで表される基であり



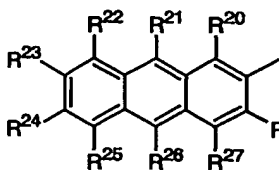
(1)



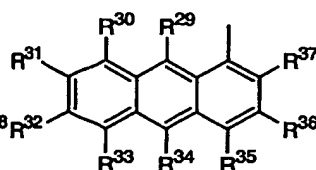
(2)



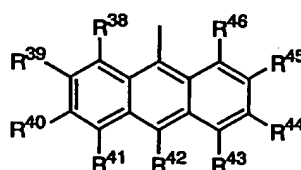
(3)



(4)



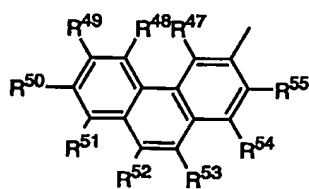
(5)



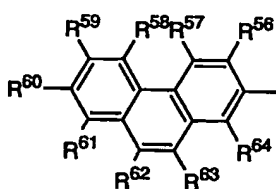
(6)



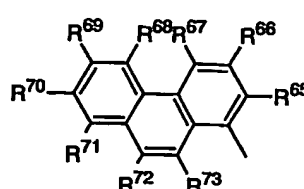
119



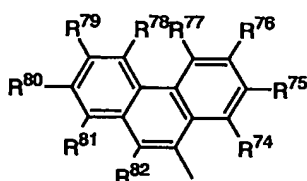
(7)



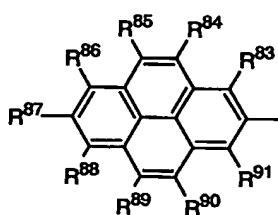
(8)



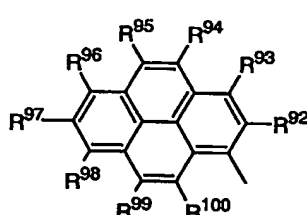
(9)



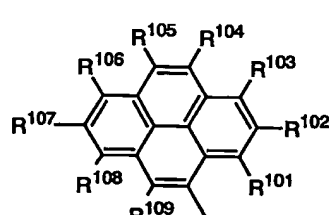
(10)



(11)



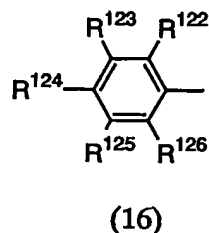
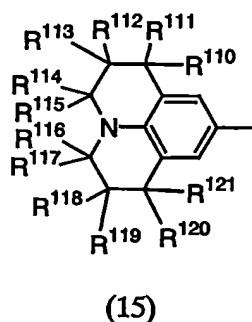
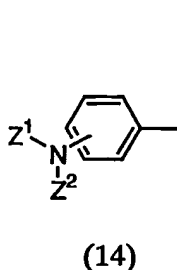
(12)



(13)

(但し、前記一般式(1)において、 $R^1 \sim R^5$ は少なくとも一つがハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有してもよいアルキル基、及び置換基を有してもよいアルコキシル基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。また、前記一般式(2)～(13)において、 $R^6 \sim R^{109}$ は、水素原子、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有してもよいアルキル基、置換基を有してもよいアリール基、及び置換基を有してもよいアルコキシル基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。)、

また、前記一般式〔I〕において、Yは下記一般式（14）～（16）のいずれかで表される基である。



（但し、前記一般式（14）において、Z¹およびZ²は、水素原子、置換基を有してもよいアルキル基、及び置換基を有してもよいアリール基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。また、前記一般式（15）及び（16）において、R¹¹⁰～R¹²⁶は、水素原子、置換基を有してもよいアルキル基、置換基を有してもよいアリール基、置換基を有してもよいアルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基及びトリフルオロメチル基から選ばれた基であり、それらは同一であっても異なってもよい。）

2. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記電子輸送層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第1項に記載した有機電界発光素子。

3. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記正孔輸送層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第1項に記載した有機電界発光素子。

子。

4. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記正孔輸送層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなり、かつ前記電

5 子輸送層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第1項に記載した有機電界発光素子。

5. 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記発  
10 光層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第1項に記載した有機電界発光素子。

6. 前記混合層において、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種が5～90重量%の濃度範囲で、電荷輸送能を持つ  
15 前記材料に混合されている、請求の範囲第1項に記載した有機電界発光素子。

7. 前記混合層が、前記一般式〔I〕で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、600nm～700nmの範囲に発光極大を有する赤色又は橙色発光色素とを含む、請求の範囲第1項に記載した有機電界  
20 発光素子。

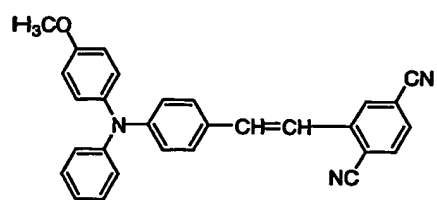
8. 請求の範囲第1項～第7項のいずれか1項に記載した有機電界発光素子を用いた発光又は表示装置。

9. 前記有機電界発光素子を画素の少なくとも一部に用いたディスプレイデバイスとして構成された、請求の範囲第8項に記載した発光又は  
25 表示装置。

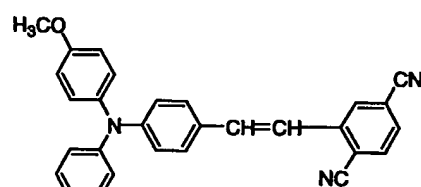
10. 発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている

有機電界発光素子において、前記有機層の構成層のうちの少なくとも1層が、下記構造式(17)-1～(17)-86で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなることを特徴とする有機電界発光素子。

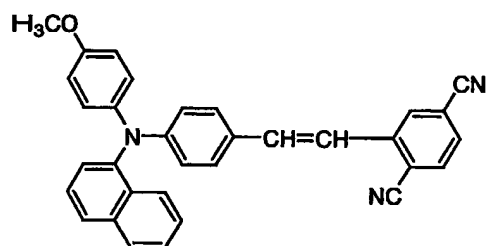
5



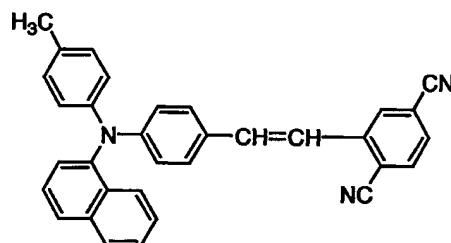
(17)-1



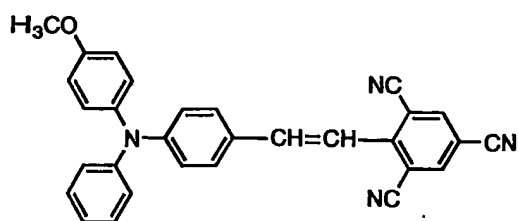
(17)-2



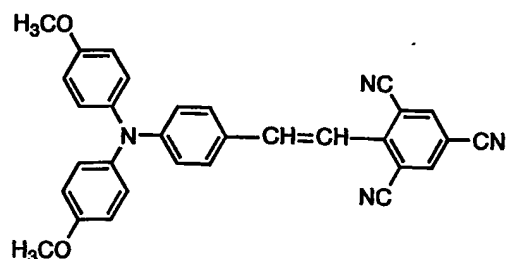
(17)-3



(17)-4

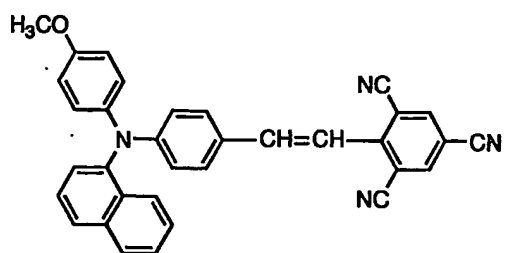


(17)-5

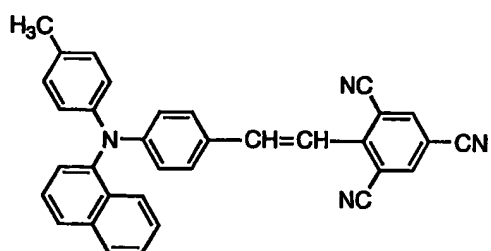


(17)-6

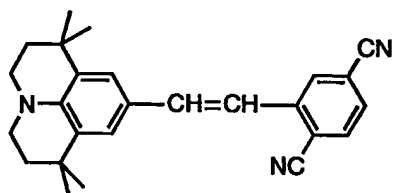
123



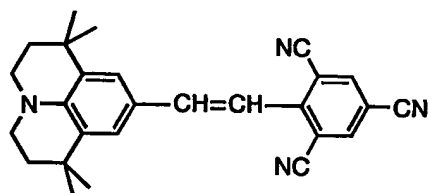
(17)-7



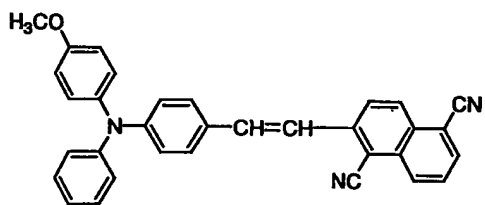
(17)-8



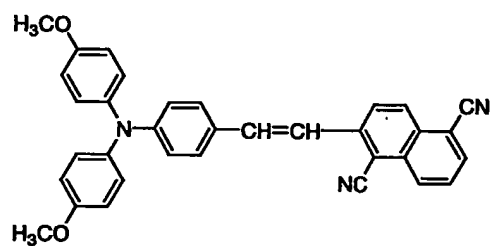
(17)-9



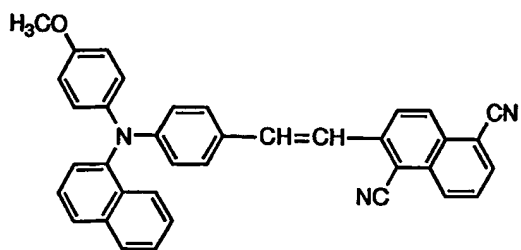
(17)-10



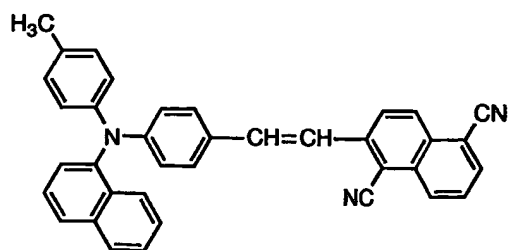
(17)-11



(17)-12

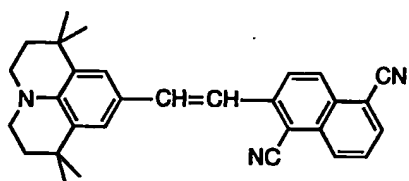


(17)-13

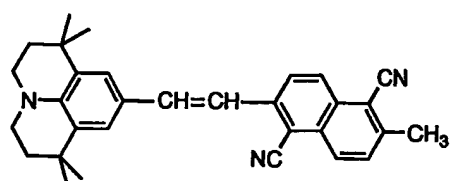


(17)-14

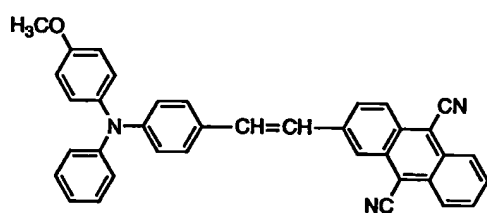
124



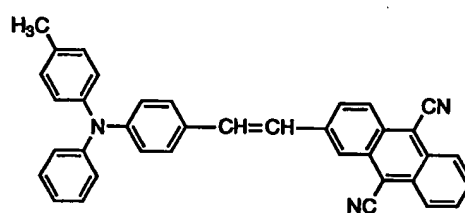
(17)-15



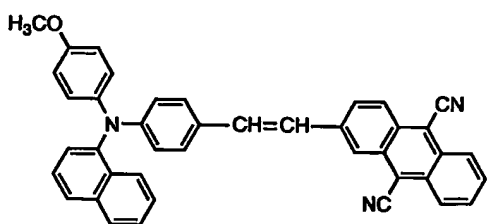
(17)-16



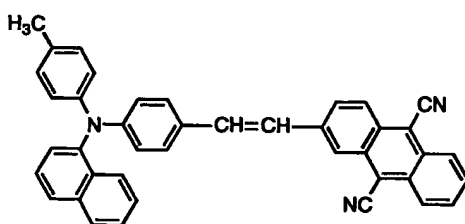
(17)-17



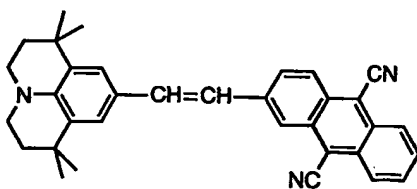
(17)-18



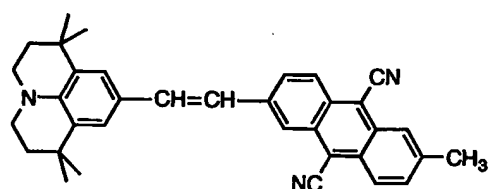
(17)-19



(17)-20

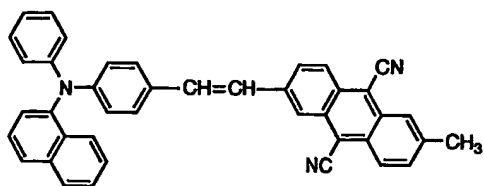


(17)-21

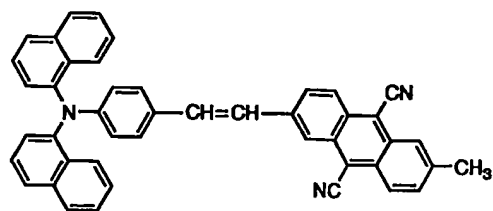


(17)-22

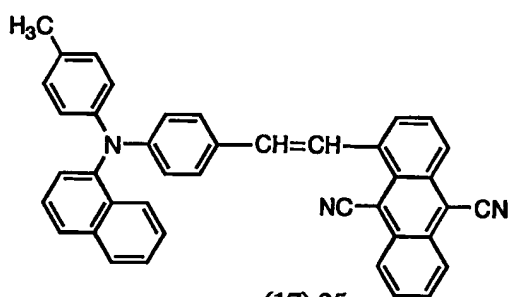
125



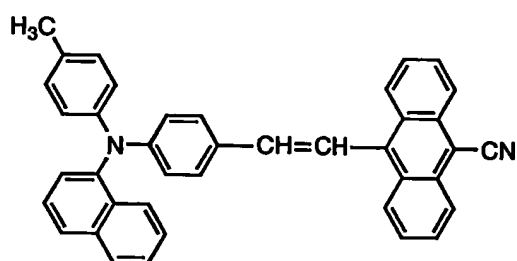
(17)-23



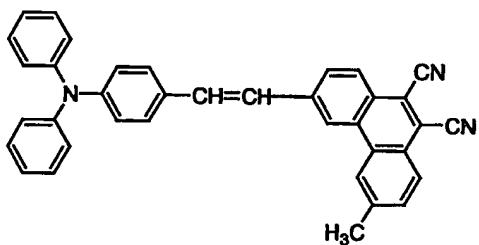
(17)-24



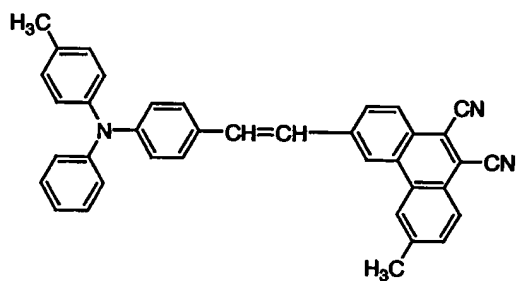
(17)-25



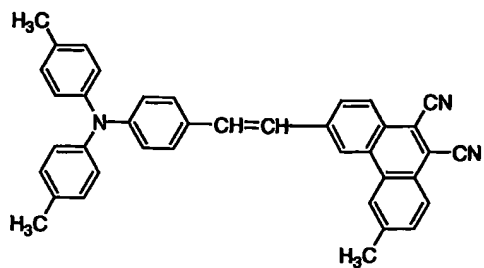
(17)-26



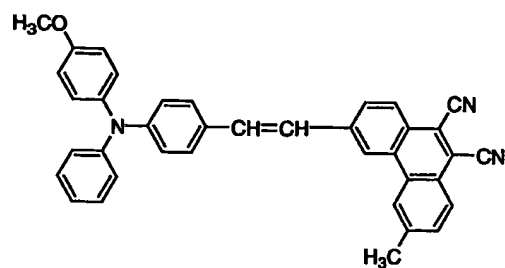
(17)-27



(17)-28

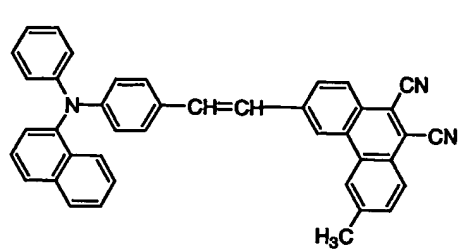


(17)-29

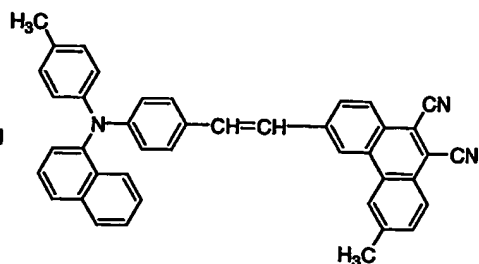


(17)-30

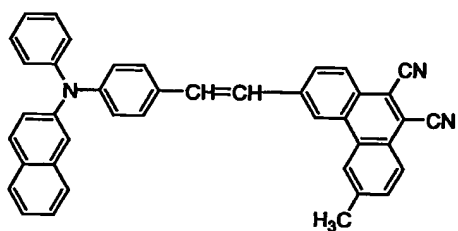
126



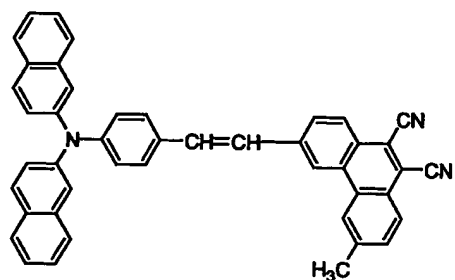
(17)-31



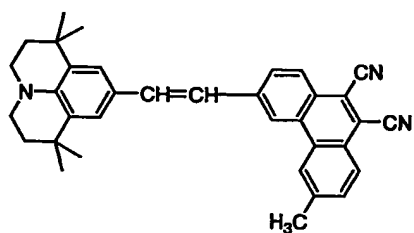
(17)-32



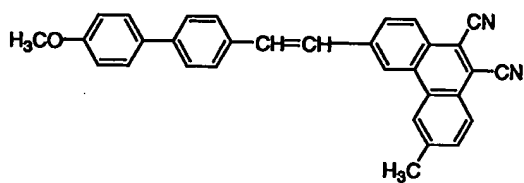
(17)-33



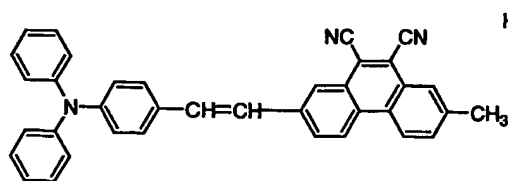
(17)-34



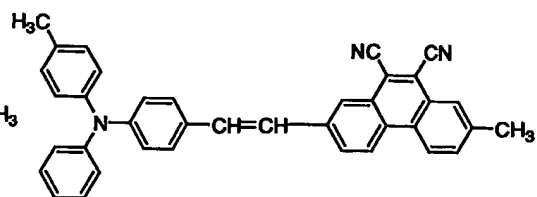
(17)-35



(17)-36



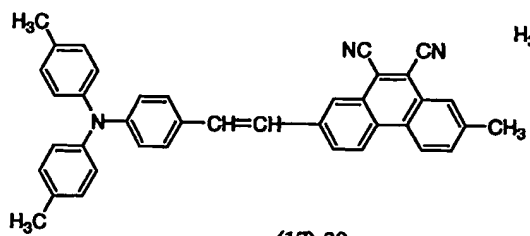
(17)-37



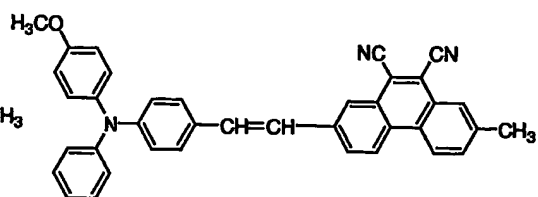
(17)-38



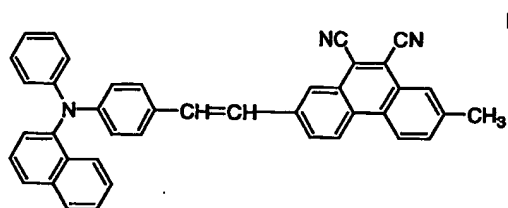
127



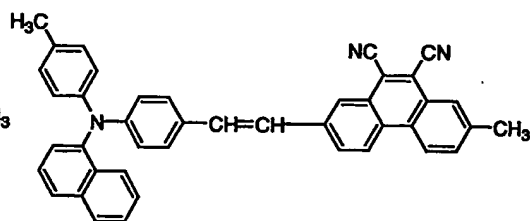
(17)-39



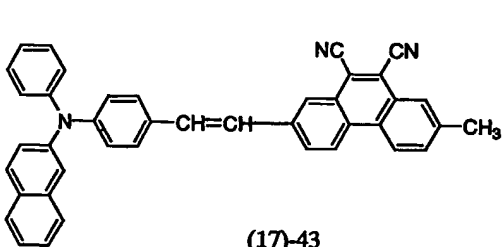
(17)-40



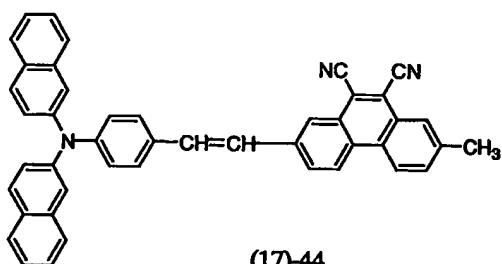
(17)-41



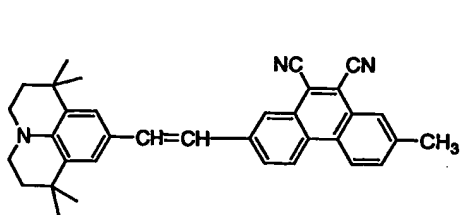
(17)-42



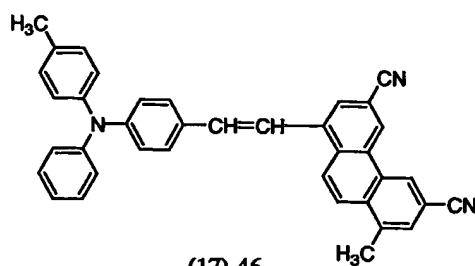
(17)-43



(17)-44

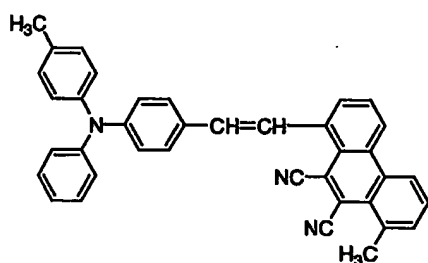


(17)-45

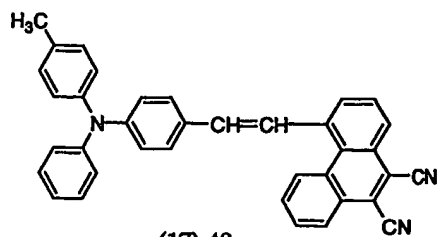


(17)-46

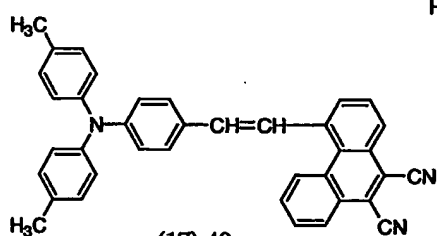
128



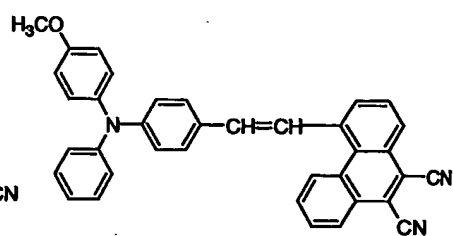
(17)-47



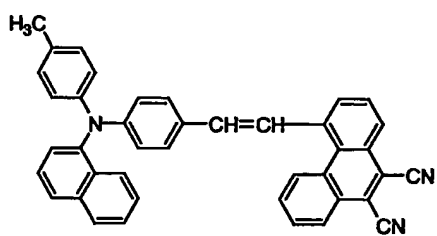
(17)-48



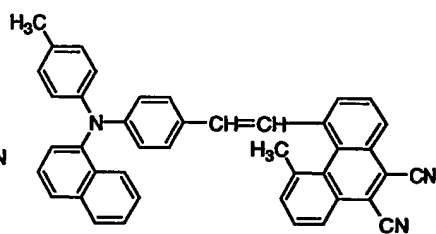
(17)-49



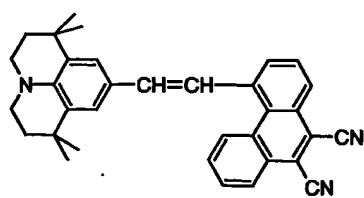
(17)-50



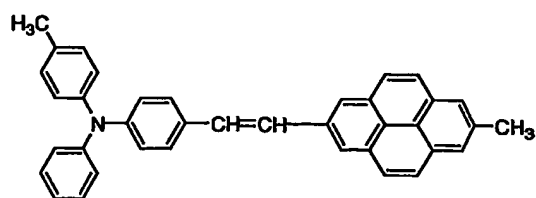
(17)-51



(17)-52

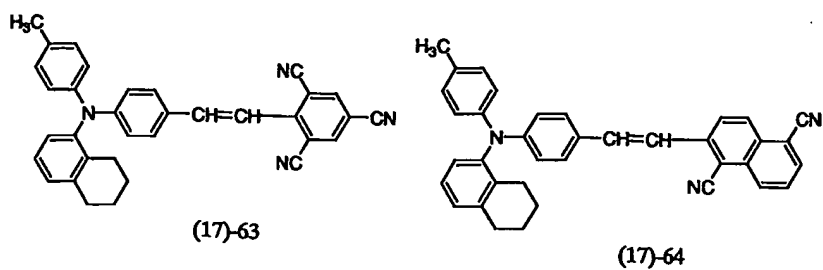
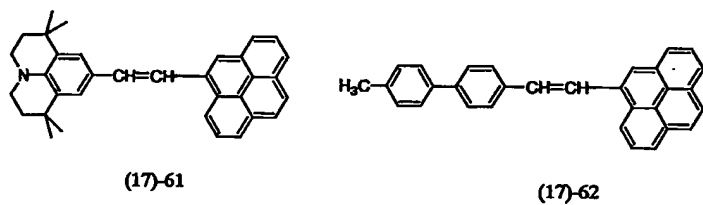
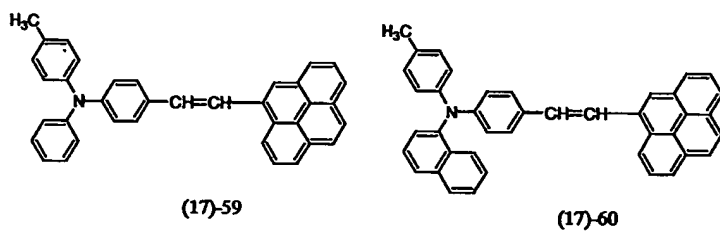
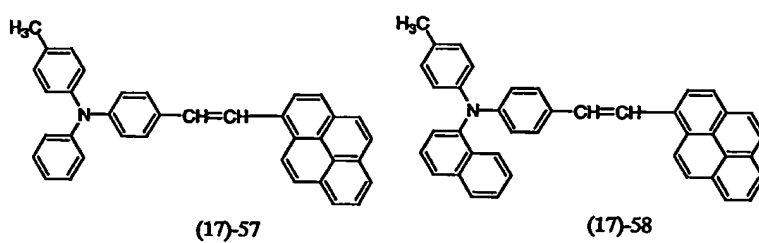
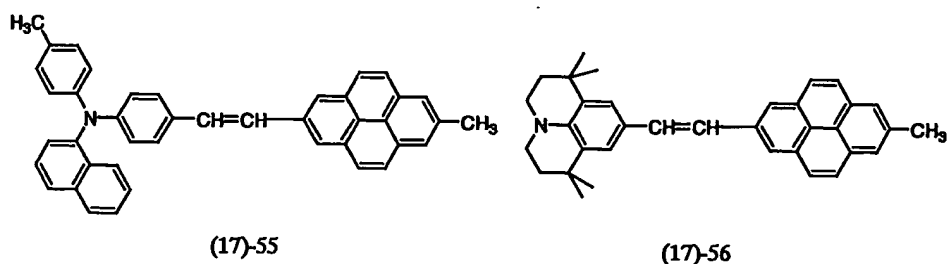


(17)-53

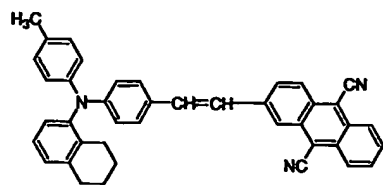


(17)-54

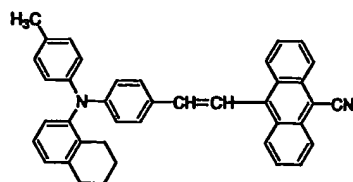
129



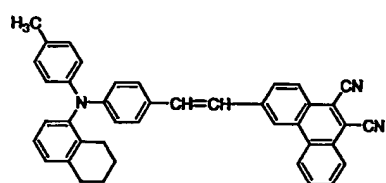
130



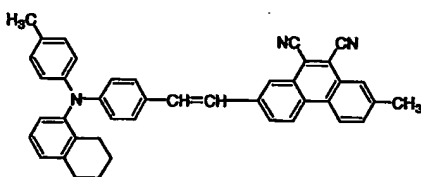
(17)-65



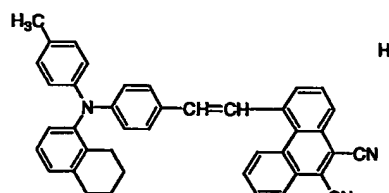
(17)-66



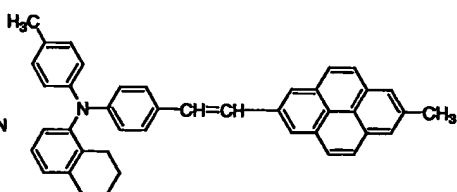
(17)-67



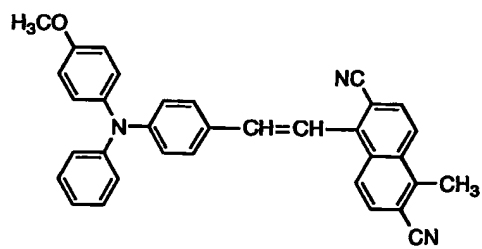
(17)-68



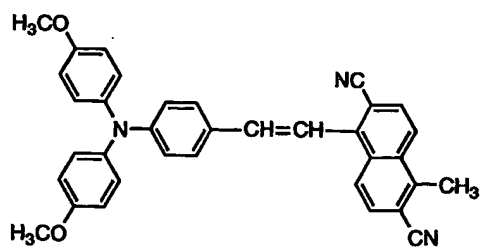
(17)-69



(17)-70

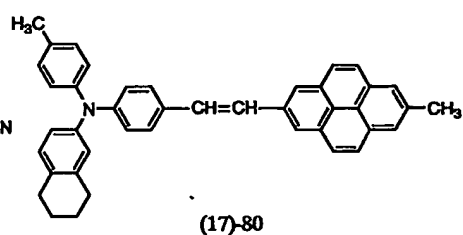
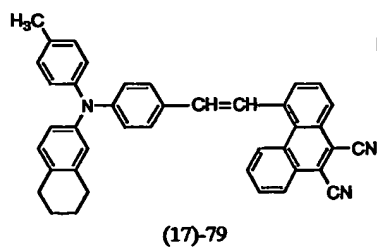
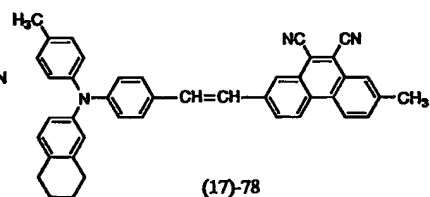
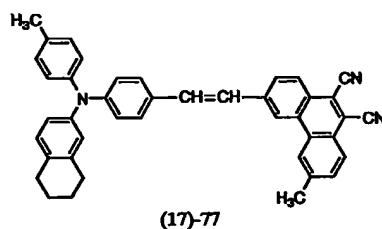
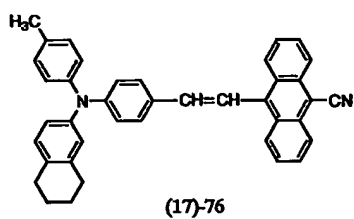
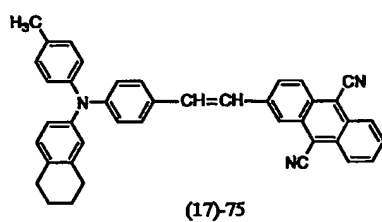
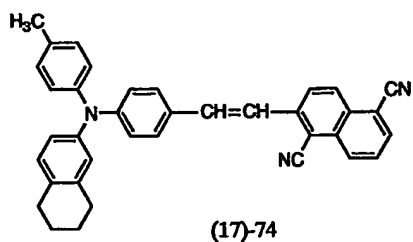
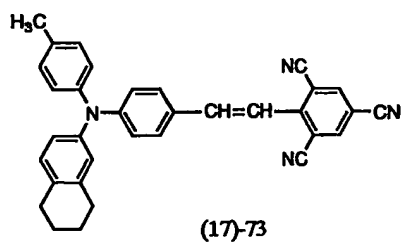


(17)-71

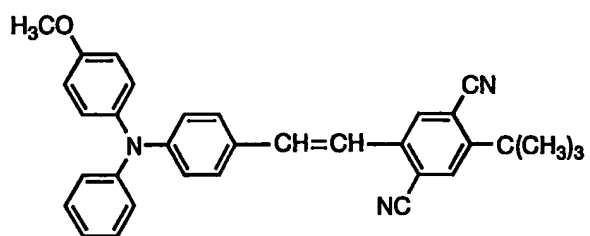


(17)-72

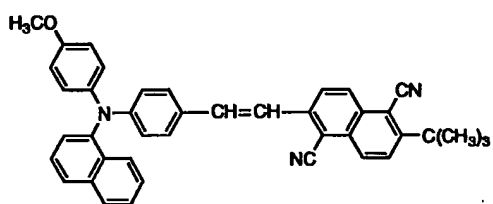
131



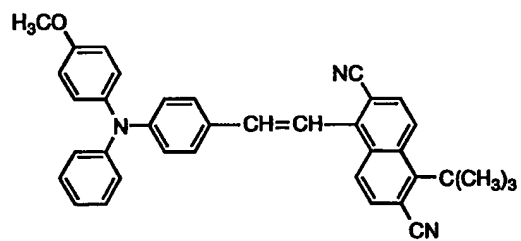
132



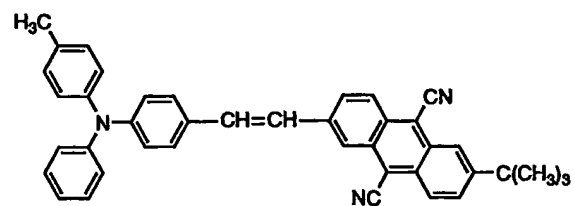
(17)-81



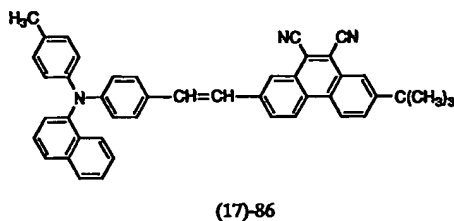
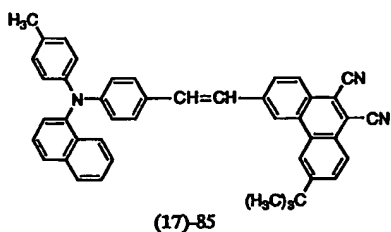
(17)-82



(17)-83



(17)-84



11. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

12. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

13. 前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなり、かつ前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

14. 前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記発光層が、前記構造式(17)-1～(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

15. 前記混合層において、前記構造式(17)-1~(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種が5~90重量%の濃度範囲で、電荷輸送能を持つ前記材料に混合されている、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

5 16. 前記混合層が、前記構造式(17)-1~(17)-86のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、600nm~700nmの範囲に発光極大を有する赤色又は橙色発光色素とを含む、請求の範囲第10項に記載した有機電界発光素子。

10 17. 請求の範囲第10項~第16項のいずれか1項に記載した有機電界発光素子を用いた発光又は表示装置。

18. 前記有機電界発光素子を画素の少なくとも一部に用いたディスプレイデバイスとして構成された、請求の範囲第17項に記載した発光又は表示装置。



1/4

Fig.1

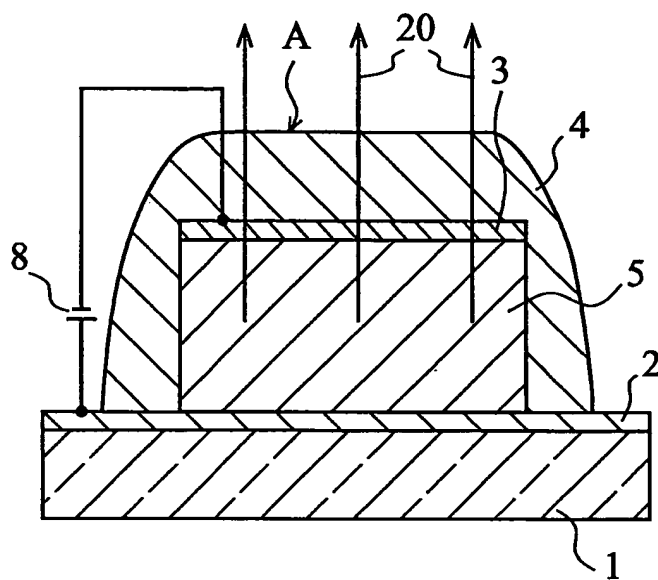
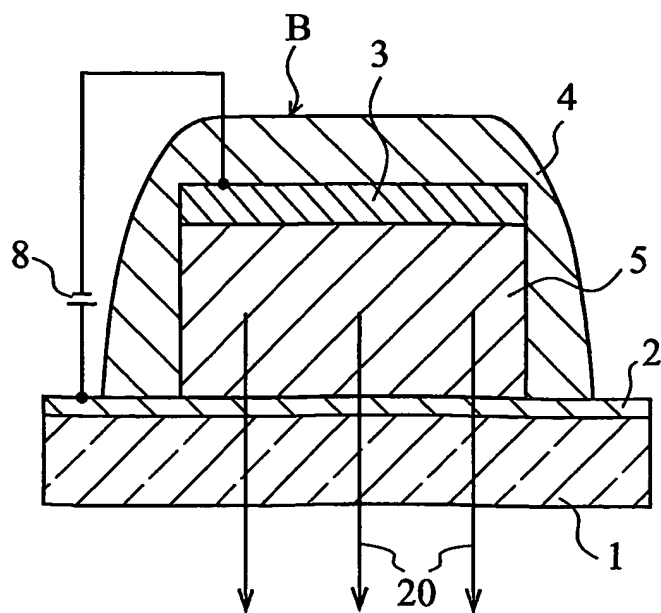


Fig.2



2/4

Fig.3

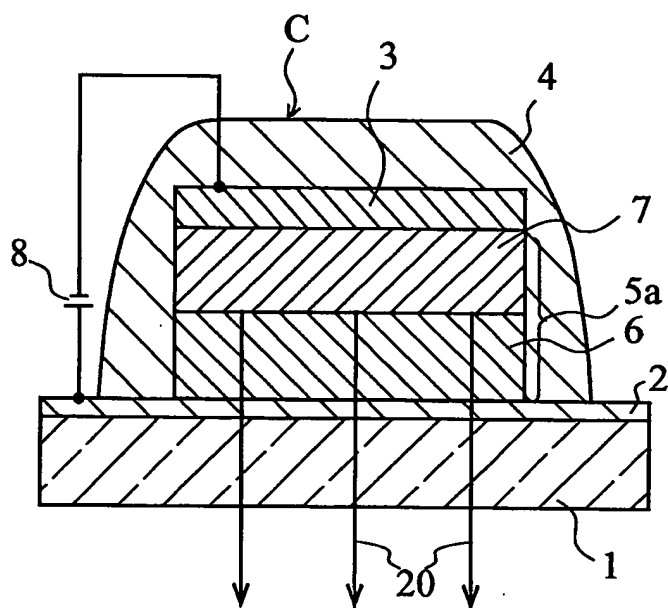
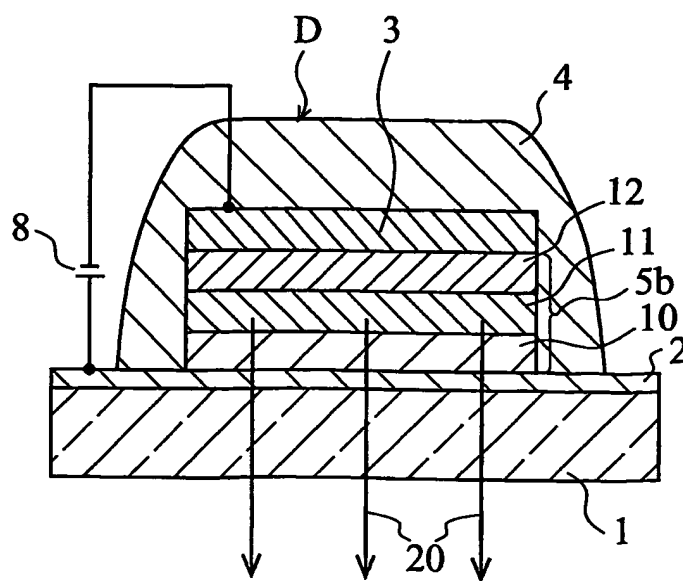


Fig.4



3/4

Fig.5

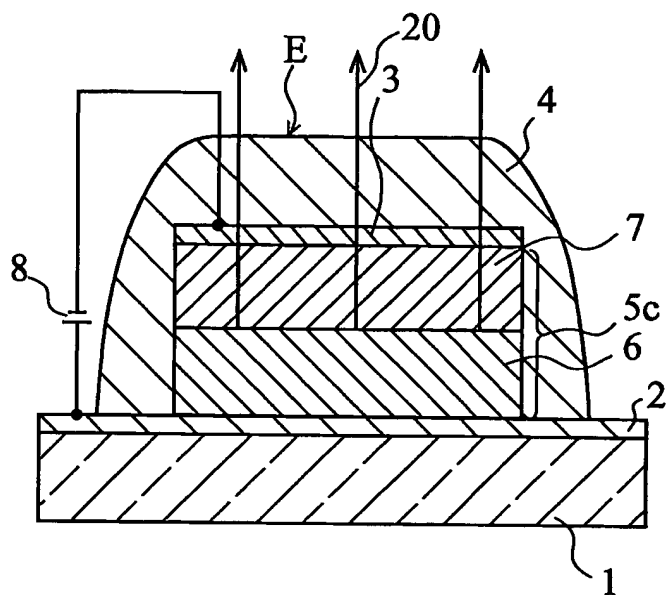
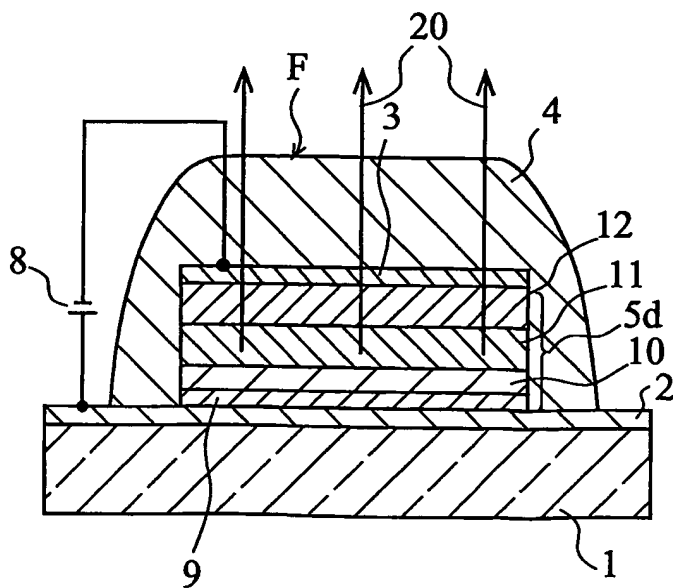
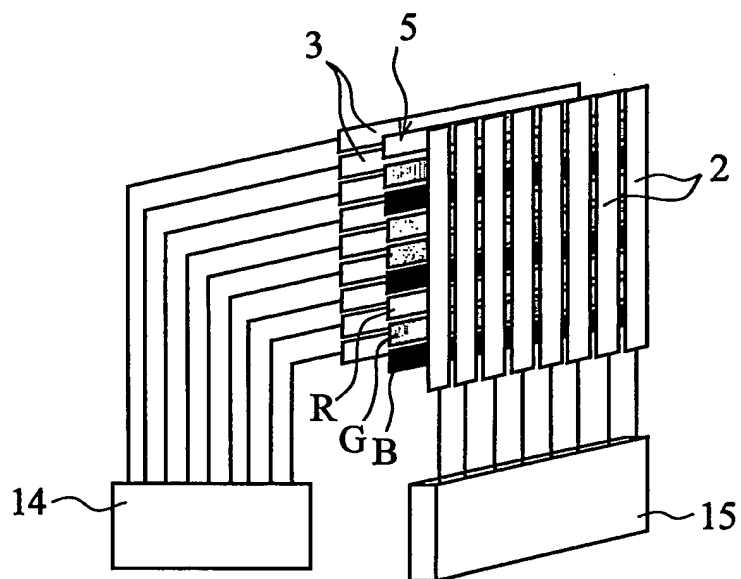


Fig.6



4/4

Fig.7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08043

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-134276 A (Sony Corp.), 10 May, 2002 (10.05.02), Claims; Par. Nos. [0017], [0021] to [0022] (Family: none)	1-18
Y	EP 1182244 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 27 February, 2002 (27.02.02), Claims 1, 11 to 14, 19 & JP 2001-250690 A & WO 01/48116 A1	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 September, 2003 (24.09.03)

Date of mailing of the international search report  
07 October, 2003 (07.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-134276 A (ソニー株式会社) 2002.05.10、特許請求の範囲、【0017】欄、【0021】～【0022】欄(ファミリーなし)	1-18
Y	EP 1182244 A1 (IDEMITSU KOSAN CO. LTD.) 2002.02.27, Claim 1, 11-14, 19 & JP 2001-250690 A & WO 01/48116 A1	1-18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.09.03

国際調査報告の発送日

07.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡辺 陽子

4V

9279

電話番号 03-3581-1101 内線 3483